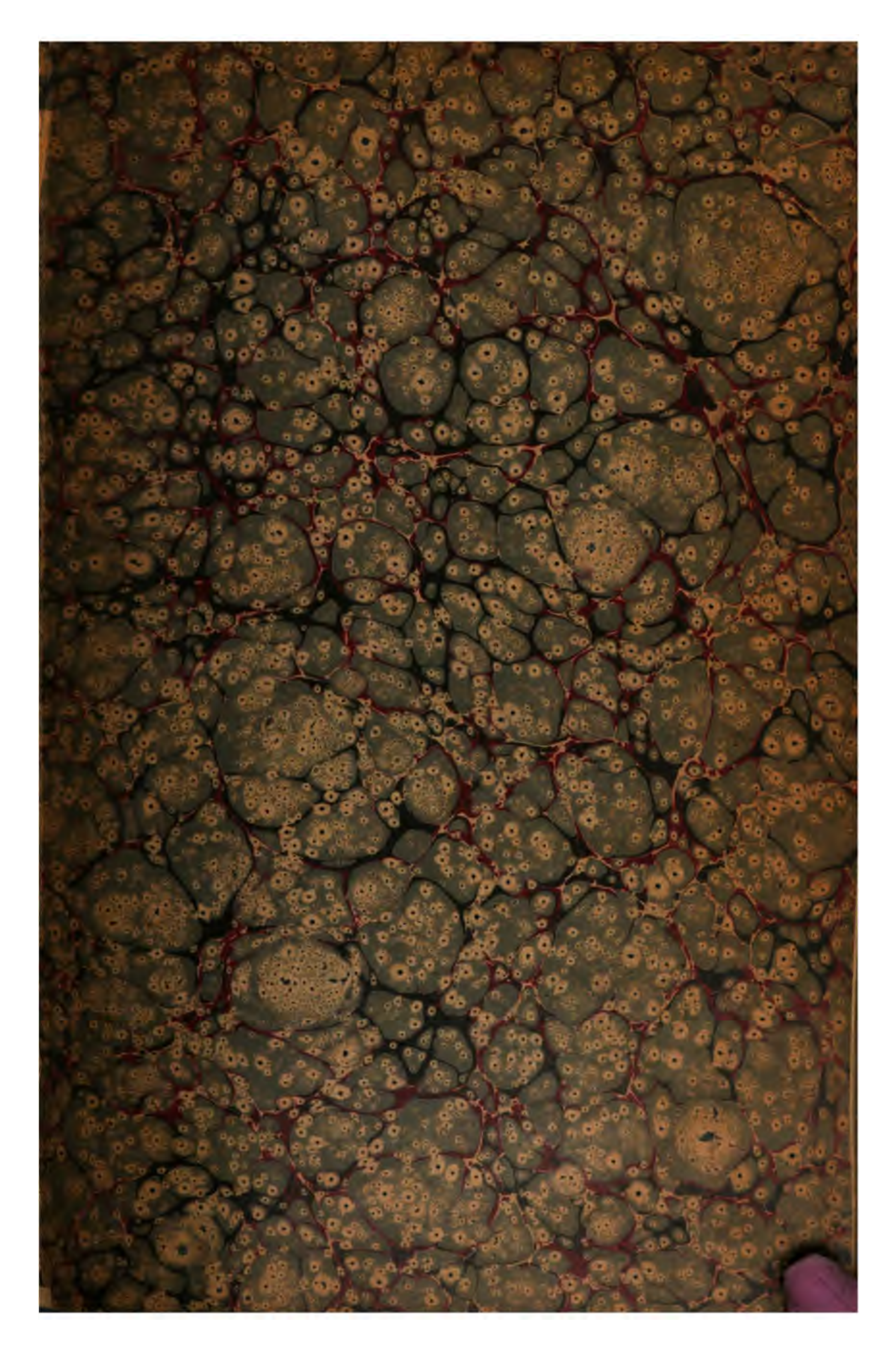
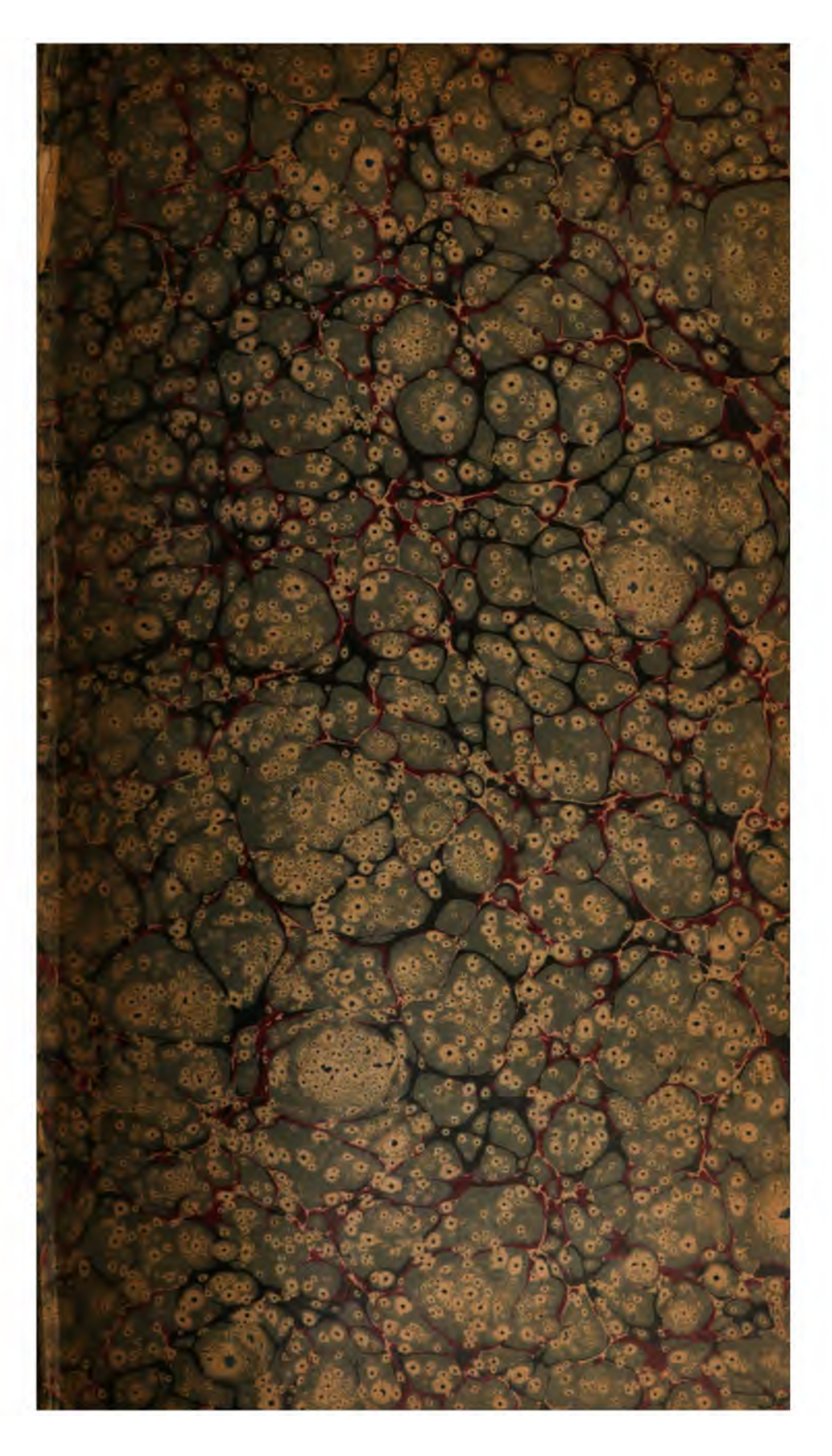





SIGILLVM · VNIVERSITATIS · CALIFORNIENSIS
FIAT LVX
MDCCCLXVIII
EX LIBRIS
AGRIC.
LIBRARY



Motteroz. — Imprimeries réunies, B, rue Mignon, 2.

ANNALES AGRONOMIQUES

PUBLIÉES SOUS LES AUSPICES

DU

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

(Direction de l'Agriculture)

PAR

M. P.-P. DEHÉRAIN

MEMBRE DE L'INSTITUT

PROFESSEUR DE PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE AU MUSÉUM D'HISTOIRE NATURELLE

ET DE CHIMIE AGRICOLE A L'ÉCOLE DE GRIGNON

TOME QUINZIÈME

PARIS

G. MASSON, ÉDITEUR

LIBRAIRE DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

120, Boulevard Saint-Germain et rue de l'Éperon

EN FACE DE L'ÉCOLE DE MÉDECINE

1889

ANNALES
AGRONOMIQUES

RECHERCHES
SUR L'ALIMENT AZOTÉ DES GRAMINÉES
ET DES LÉGUMINEUSES

PAR

MM. H. HELLRIEGEL et H. WILFARTH[1]

Les lecteurs des *Annales agronomiques* connaissent déjà l'importante communication que MM. Hellriegel et Wilfarth ont faite à la 59e réunion des naturalistes allemands; les essais de culture qu'ils ont décrits conduisent à une hypothèse nouvelle sur l'absorption de l'azote par les légumineuses.

Cependant, toutes les expériences n'ayant pu être achevées qu'en 1887 et le mémoire préliminaire ayant été l'objet de, diverses contestations, il devint nécessaire de donner au mémoire *in extenso* un développement considérable, ce qui a retardé son impression. C'est le travail publié tout récemment que nous résumons ici.

I

La découverte de la nutrition si particulière des légumineuses prend son origine dans quelques observations qui se sont présentées au cours d'un travail méthodique que M. Hellriegel avait entrepris pour déterminer l'effet nutritif quantitatif de chacun des aliments de la plante. L'auteur partait de cette idée qu'un poids déterminé d'un aliment chimique, les conditions de végétation étant d'ailleurs favorables, doit mettre la plante en état

1. *Untersuchungen über die Stickstoffernahrung der gramineen und Leguminosen. — Beilageheft zu der Zeitschrift des Vereins f. d. Rübenzucker-Industrie*, novembre 1888.

d'élaborer une quantité également déterminée de matière sèche.

Les résultats ont été aussi inattendus que désagréables, du moins en ce qui concerne les effets des aliments azotés. Dans la pensée de l'auteur, l'accroissement de la plante devait dépendre directement de la quantité d'azote assimilable contenu dans le sol; c'est en effet ce qui a été constaté facilement pour les céréales. Dans aucun cas ces végétaux n'ont pu dépasser notablement la masse végétale des jeunes plantules en germination, lorsqu'on les cultivait dans un sol privé d'azote; en outre, non seulement une quantite donnée d'azote fournissait toujours approximativement la même récolte, mais les récoltes étaient même sensiblement proportionnelles aux quantités d'azote données au sol.

Il n'en est pas de même pour les papilionacées.

On s'est aperçu dès le début que ces plantes peuvent prospérer dans un sol privé d'azote. En1862 et en 1863 le trèfle rouge cultivé dans du sable stérile et privé d'azote, s'est couvert de jolies capitules, et l'année suivante les pois, placés dans les mêmes conditions, ont donné des graines normales. Mais, dans d'autres années, ces mêmes plantes on péri d'inanition; dans les essais de contrôle un pied se développait bien, un autre mal, et quand on complétait ensuite les solutions nourricières, en ajoutant les mêmes quantités du même sel, on constatait un effet extrêmement variable, tantôt bon, tantôt nul, tantôt nuisible; bref la récolte n'était pas en relation constante avec les quantités d'azote données au sol.

Ces irrégularités apparentes pouvaient être mises sur le compte de facteurs inconnus qui interviennent dans les essais de culture; ces essais sont en réalité des expériences synthétiques d'une complication extrême, dans lesquelles il s'agit de dominer ou de régler les différents facteurs: lumière, chaleur, humidité, etc., avec assez de précision pour que les résultats quantitatifs aient une valeur quelconque.

Nous croyons que nos lecteurs nous sauront gré de reproduire ici les méthodes de culture que les auteurs allemands ont adoptées définitivement.

II

Les désidérata auxquels il faut satisfaire sont les suivants:

a. Quelles que soient les conditions dans lesquelles la plante se

trouve placée, il faut qu'elle puisse se développer normalement jusqu'à la maturité des graines.

b. Il faut être sûr qu'en faisant agir des facteurs connus, la plante fournira toujours une récolte déterminée, afin que cette récolte type puisse servir de point de comparaison dans tous les autres essais.

c. Si, en changeant une des conditions de l'expérience, on observe une modification dans l'accroissement de la plante, il faut qu'on soit sûr de pouvoir attribuer cette modification uniquement au changement en question.

Les auteurs croient bien faire en disposant les expériences de la manière suivante :

La terre est un sable de quartz qu'on emploie en grande quantité pour la fabrication du verre. A part quelques petits fragments de feldspath délité, un peu de mica et de hornblende, il consiste en fragments de quartz très uniformes, de $0^{mm},2$ à $0^{mm},4$ de diamètre. Naturellement, ce sable n'est pas chimiquement pur, il renferme par kilogr. : acide sulfurique, $0^{gr},052$; chaux, $0^{gr},080$; magnésie $0^{gr},030$; potasse $0^{gr},014$; soude $0^{gr},067$; acide phosphorique, traces. Quant à l'azote, l'analyse faite vingt et une fois par la méthode de Kjeldahl, a donné pour le sable employé en 1883-1887, des chiffres oscillant entre $0^{gr},0027$ et $0^{gr},0054$ par kilogramme, pour celui qui a été utilisé en 1888, $0^{gr},0004$ à $0^{gr},0008$ par kilogramme.

Les vases de verre, percés au fond, sont de grandeur variable, les uns ayant 24 centimètres de hauteur, 15 centimètres de diamètre en haut, 13 en bas, les autres 40 centimètres de hauteur, et 15 centimètres de diamètre en haut, 14 en bas. Les premiers contiennent 4 kilogr. à $4^{k},6$ de sable, les autres 8 kilogr. Le fond de ces vases est occupé par une couche épaisse de 3 centimètres de fragments de quartz lavé et calciné qui servait de drainage et dont on profitait pour égaliser parfaitement les poids des différents vases. Au-dessus de ce lit on applique une couche aussi mince que possible de ouate non apprêtée, puis on achève de remplir avec le sable. Pour cela on humecte le sable avec la solution nourricière dans une capsule de porcelaine de manière à obtenir une pâte épaisse qu'on introduit par grumeaux dans les vases. Il est très important que le sol artificiel possède cette structure grumeleuse propre au sol.

On ajoute par kilogr. de sable :

	Gr.
Phosphate de potasse	0.136
Chlorure de potassium	0.075
Sulfate de magnésie	0.060
Nitrate de chaux	0.492
	0.763

Les doses des différents sels ont été fixées à la suite de nombreuses expériences. Dans le sol ainsi préparé, on a constaté les faits suivants :

1. Les céréales prennent, si on le désire, un développement au moins égal à celui que présentent les mêmes plantes cultivées avec soin dans les champs.

2. Dans les petits vases contenant 4 kilogr. de sable, on a pu pousser le produit de l'orge et de l'avoine jusqu'à 25 gr. de matière sèche, quantité qui n'a pas été notablement dépassée, et qui représente, par conséquent, la récolte maxima née sur ce volume de terre.

3. Si on fait varier les quantités relatives des sels, on remarque que l'orge et l'avoine ne sont sensibles qu'aux changements qui portent sur la dose de nitrate de chaux. Quand on augmente cette dose d'un tiers, des symptômes pathologiques ne tardent pas à apparaître ; quand on la diminue d'un tiers, la récolte diminue également.

4. Quant aux autres sels, on peut impunément doubler la dose ou la diminuer de moitié, sans qu'il se produise aucun dommage et sans que la récolte en souffre.

5. Les pois se comportent vis-à-vis du nitrate de chaux autrement que les céréales, mais, au contraire, sont influencés de la même manière que les céréales par les sels non azotés de l'engrais.

Nous pouvons nous dispenser de résumer ici les expériences qui ont servi à établir ces propositions. Cependant on nous saura gré d'insister un peu sur certains détails pratiques, qui présentent un intérêt plus général et s'appliquent à tous les essais analogues.

Il est clair que la méthode de culture adoptée ne permet pas de travailler en même temps avec un grand nombre d'individus de la même espèce, et qu'en outre, l'expérience de nutrition proprement dite ne commence qu'au moment où la jeune plantule a épuisé tous

les matériaux de réserve de la graine. Il est donc de la plus haute importance de ne choisir, pour les mettre en expérience, que des plantules parfaitement saines et d'un développement uniforme.

Pour cela, les auteurs se sont astreints à suivre une méthode qu'on trouvera peut-être un peu minutieuse.

On choisit, dans un lot de graines, celles qui paraissent extérieurement bien normales, puis, à l'aide de la balance, on élimine celles qui sont trop légères ou trop lourdes, pour ne conserver que les graines d'un poids moyen et peu variable. On les fait lever entre des feuillets de papier à filtre, on examine encore une fois les jeunes plantules avant de les mettre en place.

Chaque vase reçoit un nombre de plantules double de celui qu'on veut conserver; on arrache l'excès de plantules de bonne heure en ayant soin d'enlever en même temps les restes des graines. Il devient facile d'éliminer de cette façon tous les plants mal venus ou mal placés.

Les vases sont exposés à l'air libre dans un endroit découvert sur des wagonnets qui, roulant sur rails, peuvent être facilement garés dans un grand hangar vitré par les temps de pluie ou de vent.

On se sert pour les arrosages d'eau distillée exempte d'ammoniaque. Au début de l'expérience le sol des petits vases renferme 17 1/2 ou 15 p. 100 d'eau, celui des grands vases 12 p. 100. Les vases sont pesés tous les jours et on remplace l'eau perdue par évaporation. Pas plus que les doses des différents sels minéraux; ces chiffres n'ont pas été pris au hasard. Étant donné le sable quartzeux dont il a été parlé, de nombreuses observations ont montré :

1. Que les plantes ne souffrent jamais du manque d'eau lorsque l'humidité du sol est comprise entre 18 et 8 p. 100.

2. Que les accidents sont à craindre lorsque l'humidité monte à 20 p. 100 et que la plante peut manquer d'eau lorsqu'elle descend au-dessous de 7 p. 100.

3. Que le sable maintient 20 p. 100 d'eau, sur une hauteur de 20 centim. mais que si la colonne de sable est beaucoup plus haute, de 40 centim, par exemple, même 12 p. 100 d'humidité ne restent pas uniformément répartis dans toute la masse, l'eau finit par se réunir au fond et par saturer les couches profondes.

Telles sont les méthodes adoptées par MM. Hellriegel et Wilfarth.

Passons maintenant aux expériences elles-mêmes; à part la première expérience que nous décrirons en détail, nous pourrons nous borner à en enregistrer les résultats, nous réservant pourtant la liberté d'intercaler par-ci par-là les observations particulières auxquelles elles ont donné lieu.

III

CULTURES DES ANNÉES 1883-85

A. ORGE CHEVALIER. — Vases de 24 centim. de hauteur sur 15-13 de diamètre :

Sable dans chaque vase : 4^{k},600.

Humidité du sol : 17,5-8,66 p. 100 soit 70-35 p. 100 de la capacité du sol pour l'eau.

Semences : poids spécifique : 1,244-1,269; poids absolu 38-40 milligr., en moyenne $41^{milligr.}$,26 plus 12,32 p. 100 d'humidité; 14 semences par vase, dont 7 ont été enlevées dès les premiers jours.

Durée de la végétation : semences mises à germer avec de l'eau distillée le 20 avril, les radicules ayant percé, semis sur les vases le 23 avril; levée du semis du 27-29 avril; récolte le 1er août.

Aliments minéraux : le sable encore sec de chaque vase a été d'abord intimement mélangé avec 4 gr. de carbonate de chaux, puis on a ajouté la solution renfermant :

	Gr.
Phosphate de potasse	0.5444
Chlorure de potassium	0.1492
Sulfate de magnésie	0.2400

En outre les vases ont reçu en même temps les doses suivantes de nitrate de chaux :

Numéro du vase.	Nitrate de chaux. Gr.	Contenant azote. Gr.
1	1.968	0.336
2	1.312	0.224
3	1.312	0.224
4	1.312	0.224
5	0.984	0.168
6	0.656	0.112
7	0.656	0.112
8	0.656	0.112

Numéro du vase.	Nitrate de chaux.	Contenant azote.
	Gr.	Gr.
9	0.328	0.056
10	0.328	0.056
11	0.328	0.056
12	0.164	0.028
13	0.000	0.000
14	0.000	0.000

Résultats. — Au commencement de l'expérience l'état des jeunes plantes ne laisse rien à désirer; elles sont absolument semblables pendant la première semaine dans les 14 vases.

Le 4 mai on remarque que les plantules des vases 13 et 14 sont en retard sur les autres; la différence devient de plus en plus visible. Ce moment correspond évidemment à l'épuisement des matières contenues dans la graine; les plantes présentent dès ce moment les symptômes de l'inanition.

Toutes les autres plantes restent encore semblables entre elles pendant plusieurs jours. Ce n'est que le 9 mai que le n° 12 reste en retard, et, peu de jours après les n°s 9, 10, 11 se distinguent à leur tour par l'arrêt du développement. Dès la quatrième semaine de mai l'état de toute la série est tel qu'on reconnaît de loin les différences correspondant aux diverses doses de nitrate de chaux qu'on avait données au sol. Cette différence porte non seulement sur la vigueur et la hauteur des plantes, mais encore sur le tallage.

Le n° 1 (336 milligr. az.) a produit 5 pousses latérales dont 2 ont épié;

Les n°s 2, 3, 4 (224 milligr. az.) ont produit 4 pousses latérales dont 1 a épié;

Le n° 5 (168 milligr. az.) a produit 3-4 pousses latérales dont 1 a épié;

Les n°s 6, 7, 8, (112 milligr. az.) ont produit 2-3 pousses latérales qui ont toutes été vidées au profit de la pousse principale avant d'avoir formé un épi;

Les n°s 9, 10, 11 (56 milligr. az.) ont produit 2 pousses latérales qui toutes ont été vidées au profit de la pousse principale avant d'avoir formé un épi;

Le n° 12 (28 milligr. az.) a produit 1 pousse latérale qui a été vidée au profit de la pousse principale avant d'avoir formé un épi.

Quant aux nᵒˢ 13 et 14 qui n'avaient pas reçu d'azote, aucune des plantes n'a essayé de développer la moindre pousse latérale.

Cet état d'inanition ou, dans le cas présent « la faim d'azote » se manifeste par un ensemble caractéristique de symptômes. Lorsque les matériaux de la graine sont épuisés, c'est-à-dire habituellement pendant la formation de la troisième feuille, la plante continue à végéter à peu près aussi longtemps que les plantes normalement nourries, elle développe tous ses organes jusqu'aux fruits, mais sous une forme naine, en réalité elle ne produit pas de matière nouvelle, puisque chaque nouvel organe s'accroît aux dépens de la feuille la plus âgée qui se vide et se dessèche.

Lorsque la quantité de l'azote du sol est insuffisante, cet épuisement, ce dessèchement des feuilles les plus âgées n'apparaît que plus tard ; il ne se manifeste qu'au moment de la formation des fruits quand la dose d'azote est tout juste suffisante ; enfin les plantes qui ont à leur disposition un excès d'aliment azoté, ne présentent jamais ce symptôme, elles développent encore des pousses latérales alors que les épis les plus âgés commencent déjà à jaunir, les différentes parties de la plante ne mûrissent pas en même temps et parfois la maturité se fait même attendre indéfiniment.

Suivent deux tableaux qui résument les résultats numériques, nous leur empruntons quelques-uns des chiffres les plus importants.

TABLEAU I.

NUMÉROS.	AZOTE donné.	NOMBRE DES TIGES		NOMBRE DES		MATIÈRE sèche totale.	POIDS moyen du grain.
		Fertiles.	Stériles.	Épillets.	Semences.		
	Gr.					Gr.	Mgr.
1..	0.336	21	23	470	306	29.343	33.9
2..	0.224	15	24	311	263	21.074	30.8
5..	0.168	12	19	241	194	16.388	31.8
7..	0.112	7	18	147	124	10.805	32.8
9..	0.056	7	14	108	78	5.594	27.9
12 .	0.028	7	7	51	43	2.995	24.2
13..	....	6	1	10	8	0.508	14.7
14..	....	7	....	11	3	0.415	14.8

La même expérience a été répétée en 1884 et 1885 avec de faibles

variations. Les résultats ne diffèrent pas essentiellement de ceux que nous venons d'analyser.

B. Avoine. Même méthode et mêmes détails dans l'installation de l'expérience. Les résultats sont de même nature que ceux qu'a fournis l'orge Chevalier.

C. Pois. 1883. Mêmes vases que pour l'orge et l'avoine.

Graines d'un poids absolu de 164-180 milligrammes, en moyenne de 172 millig. 2, avec 10, 39 p. 100 d'humidité; 6 graines par vase dont 3 sont enlevées au bout de huit jours avec les restes des graines.

Durée de la végétation. Les graines sont mises à germer dans l'eau distillée, le 7 avril et semées le 9 avril. Le semis lève du 18 au 20 avril. Récolte du 1er au 20 août.

Matières minérales données à chacun des vases :

4 grammes de carbonate de chaux mélangé à l'état sec avec le sable pris en solution :

	Gr.
Phosphate de potasse	0.5444
Chlorure de potassium	0.1492
Sulfate de magnésie	0.2400

On ajoute enfin les doses suivantes de nitrate de chaux :

Numéro du vase.	Nitrate de chaux. Gr.	Contenant azote. Gr.
66	1.968	0.336
67	1.312	0.224
68	1.312	0.224
69	0.984	0.168
70	0.656	0.112
71	0.656	0.112
72	0.656	0.112
73	0.328	0.056
74	0.328	0.056
75	0.328	0.056
76	0.164	0.028
77	0.000	0.000
78	0.000	0.000
79	0.000	0.000

Résultats. — Le semis a levé d'une manière très uniforme; même au bout de la seconde semaine de végétation on ne pouvait aperce-

voir la moindre différence dans toute la série. Pendant la troisième semaine les plantes qui avaient reçu l'engrais azoté se distinguaient des autres non par leur croissance plus rapide, mais bien par leur couleur foncée et d'autant plus foncée que le sol était plus riche en azote. Dans la quatrième semaine les plantes des vases 77-79 (sans azote) commencent à rester en retard sur les autres, chaque nouvelle feuille est plus petite que la précédente et à mesure qu'elles se forment les vieilles feuilles se vident et se dessèchent successivement. Les autres plantes s'accroissent normalement mais leur développement ne tarde pas, vers la fin de la sixième semaine à traduire nettement les doses d'engrais azoté qu'elles avaient reçues.

Dans la septième semaine, et presque subitement, tout change.

Tandis que le n° 77 persiste dans son état d'inanition, deux plantes du n° 79 et un peu plus tard deux plantes du n° 78 modifient complètement leur allure. La plus jeune feuille et bientôt toutes les autres parties encore vivantes échangent leur coloration jaune et maladive contre une belle couleur verte, les folioles de la plus jeune feuille deviennent plus larges et plus robustes que celles des feuilles précédentes et cela sans qu'une feuille âgée soit en même temps vidée; dès ce moment ces plantes s'accroissent vigoureusement si bien quelles atteignent ou dépassent même la plupart des plantes qui avaient reçu un engrais azoté. Dès la onzième semaine il n'est plus possible de reconnaître la moindre correspondance entre l'état des plantes et les quantités d'engrais azoté. La récolte a eu à souffrir de l'invasion de champignons et de pucerons.

En 1884 on a modifié la distribution des sels minéraux notamment quant à l'acide phosphorique et à la potasse, dans l'espoir d'obtenir avec les pois des résultats aussi nets, aussi réguliers qu'avec l'orge et l'avoine, mais ce fut en vain.

A la fin de la sixième semaine de végétation, l'aspect de l'ensemble de la série laisse parfaitement reconnaître l'effet favorable de l'engrais azoté, mais bientôt deux des plantes sans azote se mettent à verdir et à pousser avec une telle vigueur qu'elles étaient de beaucoup les meilleures de toutes, dans la dixième semaine.

Les conditions ayant été plus favorables en 1884 qu'en 1883 et les résultats ayant été confirmés pleinement par les expériences de l'année 1885, nous allons extraire quelques chiffres des tableaux complets trop longs pour que nous puissions les reproduire en entier.

TABLEAU II.

NUMÉROS.	AZOTE du sol.	POUSSES latérales fertiles.	LONGUEUR des tiges.	NOMBRE des fruits.	NOMBRE des graines.	MATIÈRE sèche totale.	POIDS moyen de la graine.
	Gr.		Centim.			Gr.	Mgr.
80..	0.336	0-1	68-72	2-3	11-14	9.619	163.3
81..	0.280	0-0	69-70	2-3	10-12	10.548	175.9
82..	0.224	0-0	71	2	11-14	9.337	132.6
84..	0.168	0-1	67-74	2-4	14-22	11.364	163.5
85..	0.112	1-1	78-82	6	23-28	18.693	172.5
87..	0.056	1-0	74-77	4-2	19-12	14.046	181.2
89..	0.058	1-0	72-74	6-3	22-14	13.811	168.9
90..	....	1-1	84-96	7-7	30-40	28.483	199.2
91..	....	....	64-68	2-2	9-11	7.486	151.3
92..	0.168	....	61-66	2-3	5-9	6.031	116.5

Le n° 92 avait reçu beaucoup moins d'acide phosphorique et de potasse que le n° 84.

IV

On a dosé l'azote de la récolte d'abord par la chaux sodée, plus tard d'après la méthode de Kjeldahl, et de temps en temps on a fait une analyse de contrôle d'après celle de Dumas. Toutes les fois que la quantité de matière le permettait, on a analysé séparément les grains, les balles et la paille, dans le cas contraire on a réuni les balles avec la paille ou bien on s'est contenté d'analyser la plante entière. Le lecteur qui tient à consulter les chiffres devra s'adresser au mémoire original; nous en tirerons les conclusions les plus importantes dans le paragraphe suivant.

V

A. L'accroissement de l'orge et de l'avoine est partout dans ces expériences intimement lié à la quantité d'azote contenue dans le sol.

a. Les nitrates faisant entièrement défaut, l'orge et l'avoine n'ont à peu près rien produit quoiqu'elles aient végété aussi

longtemps que les plantes nouvelles et qu'elles aient même développé un épi.

La matière sèche totale de la récolte a été, en effet :

		Gr.		Gr.
Pour l'orge (nos 13, 14, 29 et 30)...............	de	0.059	à	0.093
Pour l'avoine (nos 45, 46, 60 et 61).............	de	0.052	à	0.096

b. Le maximum de récolte obtenu sur un volume donné de terre ne peut être fourni par ces plantes que si on leur offre une quantité assez grande et déterminée de nitrates.

Dans les vases contenant 4,000 grammes de terre, la récolte de l'orge ne peut guère dépasser 25 grammes de matière sèche et ce maximum est obtenu à l'aide de nitrates équivalant à 20 milligrammes d'azote.

Les vases contenant 4,600 grammes de sable, on a pu pousser la récolte jusqu'à 28 grammes, résultat qui a été obtenu avec 300 milligrammes d'azote à l'état de nitrate de chaux.

c. Tant que la dose de nitrate ajoutée au sol est comprise entre 300 et 0 milligramme, en d'autres termes, tant que l'azote du sol peut être considéré comme le facteur minimum de la végétation[1], non seulement la récolte diminue constamment avec la dose de nitrate, mais encore la même quantité de nitrate donne toujours la même récolte, qu'on compare d'ailleurs entre elles les expériences d'une seule et même année ou celles de différentes années, malgré les influences incontestables que les conditions météorologiques si variables d'une année à l'autre, exercent sur la taille, le tallage des plantes, sur le développement des grains, sur le rapport entre grains et paille, etc.

Quelques chiffres, pris dans les tableaux des auteurs, vont en convaincre le lecteur (tableau III).

De tous les chiffres correspondant à la même dose d'azote mais appartenant à des expériences de trois années différentes, personne n'hésitera à extraire des moyennes. Il est impossible d'exiger une plus grande netteté de ces sortes d'expériences; chacune des doses d'azote est la moitié de la dose précédente, et chacune des récoltes est également la moitié de la récolte précédente quoiqu'on ait

1. Il est important de bien comprendre cette expression. Les autres facteurs chimiques de la végétation : acide phosphorique, potasse, se trouvent dans le sol en quantité tellement forte, que les nitrates seuls déterminent la croissance des plantes.

TABLEAU III. — ORGE.

AZOTE DONNÉ AU SOL.	ANNÉE.	MATIÈRE SÈCHE DES PARTIES AÉRIENNES.	MOYENNE.
Gr.		Gr.	Gr.
0.224	1883	21.074	
		20.460	
		21.726	
	1884	20.396	
	1885	21.560	
		23.384	21.433
0.112	1883	10.805	
		10.802	
	1884	10.210	
		10.093	
	1885	11.230	
		10.927	
		11.019	
		11.251	
		11.236	
		10.319	10.789
0.056	1883	5.594	
		5.704	
		5.322	
	1884	5.628	5.562
0.000	1883	0 508	
		0.415	
	1885	0.650	
		0.544	0.529

mélangé partout les chiffres des trois années d'expériences, et cela est encore strictement vrai pour l'avoine.

A. L'azote étant le facteur minimum, chaque unité de poids du nitrate donné au sol produit toujours sensiblement le même excès de récolte, qu'on emploie ce sel en petites ou en grandes quantités il semble donc qu'il soit permis d'exprimer, du moins pour les graminées, la valeur nourricière de l'azote, par un nombre.

En comparant entre eux les résultats des expériences, on arrive en effet à fixer à 93 milligrammes, pour l'orge, à 96 milligrammes, pour l'avoine, l'excès de récolte fourni par 1 milligramme d'azote.

Ces nombres ne sont qu'approximatifs et le resteront puisque la substance végétale est loin d'être une espèce chimique et que le taux d'azote qu'elle renferme varie; ils n'en sont pas moins dignes

d'être pris en considération au point de vue scientifique aussi bien qu'au point de vue pratique.

B. Rien n'indique que l'orge et l'avoine puisent de l'azote ailleurs que dans la graine, dans le sol et dans l'engrais, car :

a. Les récoltes renferment moins d'azote que la graine, le sol et l'engrais pris ensemble;

b. Quand on diminue les nitrates du sol, non seulement la récolte totale est moindre, mais cette récolte renferme elle-même relativement moins d'azote.

C. Contrairement à ce que nous venons de voir au sujet de l'orge et de l'avoine, l'accroissement des pois n'est pas en relation directe avec la quantité de nitrate contenu dans le sol, puisque :

a. Ces plantes prennent un développement normal et souvent exubérant dans un sol entièrement privé d'azote ;

b. L'abaissement de la quantité de nitrates n'a jamais nettement entraîné une diminution correspondante de la récolte et l'augmentation de l'engrais azoté n'a pas davantage augmenté la récolte;

c. Les mêmes quantités d'azote du sol ont fourni les récoltes les plus diverses non seulement dans les différentes années, mais dans la même année, les plantes étant placées côte à côte dans les mêmes conditions;

d. Il ne saurait donc être question ici d'un nombre exprimant l'excès de récolte produit par l'unité de poids de l'azote du sol et tel que nous venons de le trouver pour les graminées.

D. Les pois sont capables de prendre l'azote ailleurs que dans les graines, le sol et l'engrais.

a. On trouve souvent beaucoup plus d'azote dans la récolte que dans les graines, le sol et l'engrais :

Les quelques chiffres du tableau n° IV mettront ce fait en évidence.

b. Le taux de l'azote trouvé dans la récolte ne s'abaisse pas régulièrement avec la diminution de la quantité de nitrate du sol; bien au contraire, certains pieds cultivés précisément dans le sol pour ainsi dire privé d'azote, prennent un développement tel qu'ils renferment beaucoup plus d'azote que tous les autres et dépassent de beaucoup la moyenne des plantes obtenues en plein champ.

Il est donc évident que :

E. La légumineuse (pois) se comporte tout autrement que les deux graminées (orge et avoine) relativement à l'assimilation de

TABLEAU IV. — POIS.

ANNÉE.	NUMÉRO.	AZOTE DU SOL, DE L'ENGRAIS ET DES GRAINES.	AZOTE TOTAL DE LA RÉCOLTE.
1883........	66	0.379	0.192
	71	0.155	0.171
	74	0.074	0.072
	78	0.018	0.104
	79	0.018	0.091
1884........	80	0.350	0.240
	84	0.182	0.275
	87	0.070	0.365
	89	0.042	0.323
	90	0.014	0.949
	91	0.014	0.146
1885........	94	0.128	0.700
	102	0.016	0.387
	105	0.016	1.283
	109	0.016	0.839

l'azote quand on les cultive dans des conditions absolument identiques.

VI

Ce dernier fait étant bien constaté, les auteurs passent en revue les différentes hypothèses qui ont été émises dans le but d'expliquer l'enrichissement du sol à la suite de la culture des légumineuses. Il nous semble inutile de les suivre dans ces longues considérations. Aucune d'entre elles ne peut expliquer pourquoi tous les pois cultivés dans les mêmes conditions dans un sol privé d'azote, ne se sont pas normalement développés, ainsi, par exemple, en 1885, des auteurs ont cultivé des pois dans seize vases (n°s 102-117) remplis de sable auquel on avait ajouté une solution convenable mais privée d'azote. Ces plantes réunies deux dans un même vase, étaient exposées à des conditions identiques et néanmoins leur développement a été d'une inégalité extrême. Dans deux vases la végétation n'était au fond qu'une mort lente par inanition, dans deux autres elle était au contraire exubérante, dans plusieurs autres l'une des plantes s'est développée tandis que l'autre est restée misérable. Un coup d'œil sur les chiffres ci-dessous convaincra le lecteur de cette inégalité étonnante.

TABLEAU V.

NUMÉROS.	MATIÈRE SÈCHE DES ORGANES AÉRIENS.		MATIÈRE SÈCHE totale.	EXCÈS de l'azote de la récolte sur celui de la graine et du sol.
	Plante *a*.	Plante *b*.		
	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.
105........	17.091	16.056	33.147	+ 1.133
109........	13.192	14.622	27.816	+ 0.730
107........	0.909	1.064	1.983	....
115........	0.689	1.029	1.718	+ 0.000
111........	5.706	6.965	12.751	+ 0.265
117........	0.630	7.003	7.633	....

Tous ces faits sont difficiles à mettre d'accord avec une quelconque des hypothèses qui ont eu cours jusqu'à présent.

VII

Il semble d'abord évident que la source à laquelle les légumineuses ont puisé ne peut être que l'azote libre de l'atmosphère; aucune autre source ne saurait expliquer le gain rapide qui vient d'être constaté; ensuite, la cause qui préside à l'absorption de l'azote libre, se trouve en dehors des conditions que les auteurs avaient intentionnellement créées dans leurs expériences; son intervention était abandonnée au hasard, comme l'indique l'inégalité inexplicable des résultats. C'est ainsi que les auteurs ont été conduits à rechercher si l'activité particulière de certains microorganismes n'était pas en jeu. Il suffisait donc de voir si, en ajoutant des microorganismes au sol sans azote, on ne favoriserait pas le développement des légumineuses en effaçant au moins en partie les inégalités d'accroissement, si dans ces nouvelles conditions, les légumineuses ne périraient plus d'inanition comme le font les graminées dans un sol privé d'azote et préalablement stérilisé.

Les microorganismes, sans distinction d'espèce, puisque nous ne sommes guère renseignés à ce sujet, sont mêlés au sol en même temps que la solution nourricière, et sous la forme du liquide

trouble qu'on obtient en faisant macérer de la bonne terre arable avec cinq fois son poids d'eau distillée. On agite d'abord le mélange, puis on l'abandonne à lui-même, pendant dix heures environ, jusqu'à ce que l'argile et le sable se soient de nouveau déposés.

Quant à la stérilisation, on a opéré de la manière suivante :

Les vases sont lavés avec une solution de sublimé à 1 p. 1000, puis avec de l'alcool absolu. Les pierres servant au drainage de même que la couche d'ouate qui doit les recouvrir, de même que le sable, ont été soumises pendant deux heures à une température de 150° au moins.

Les solutions nourricières ont été stérilisées à plusieurs reprises par la chaleur, ensuite tout ayant été mis en place aussi rapidement que possible, les graines ayant été lavées pendant deux minutes dans le sublimé à 1 p. 1000, on a recouvert la surface libre du sol d'une nouvelle couche d'ouate stérilisée. L'eau d'arrosage elle-même n'a été employée qu'après une ou deux heures d'ébullition.

VIII

EXPÉRIENCE SUR LES POIS DANS LE SOL ORDINAIRE ET DANS LE SOL STÉRILISÉ OU ENSEMENCÉ.

Vases de 23 cm. de hauteur, de 15 à 13 cm. de diamètre.

Sable par vase : 4,000 gr.

Humidité : 15-20 p. 100.

Pois : Gloire de Cassel, pesant 200 à 250 mgr. Deux graines germées par pot.

Durée de la végétation : semis le 25 mai, récolte le 4 septembre.

Solution nourricière par vase :

	Gr.
Phosphate de potasse	0.5544
Chlorure de potassium	0.1492
Sulfate de magnésie	0.2400

On a préparé 42 vases dont 30 sont abandonnés à eux-mêmes sans aucune addition, dont 10 ont reçu chacun 25 cc. de délayure de terre arable et dont 2 enfin ont été stérilisés. Aucun n'a d'ailleurs reçu la moindre trace de nitrate ni d'aucun autre corps azoté.

Le cahier d'expériences contient les notés ci-dessous :

Dans les deux premières semaines de juin aucune différence entre les plantes. Ensuite toutes les plantes commencent à jaunir,

phénomène qui marque l'épuisement des matières de réserve des graines, mais dès le 13 juin, les nos 160-169 (terre ensemencée avec de la délayure de terre) paraissent plus verts que les nos 130-159, quelques-unes des plantes de ces derniers commencent cependant à verdir également, tandis que les autres restent jaunes. Dès le 18 juin l'effet de la délayure de terre est complètement manifeste. Les 20 plantes de la série 160-169 ont surmonté la période de faim d'azote; celles de la série 140-159 (sable ordinaire) au contraire reproduisent l'aspect irrégulier que nous avons décrit plus haut; sans aucune apparence de raison, certains pieds se développent très bien, tandis que les autres périclitent. Le 29 juin, la série 160-169 est en excellent état, les nos stérilisés ont commencé à périr vers le milieu du mois, presque toute trace de verdure a disparu et il ne s'est pas formé d'organes nouveaux.

On a retiré un certain nombre de vases dont les plantes devaient servir à d'autres recherches. Le reste récolté à la maturité a fourni les données dont nous extrayons les chiffres suivants :

SÉRIE I. — *Sable ni stérilisé ni pourvu de la délayure de terre.*

Nombre des vases qui ont fourni les quantités de matière sèche (organes aériens) comprises entre :

	Quantité de matière sèche. Gr	Nombre des vases.
Au delà de	20	1
Entre	19 et 20	0
Entre	18 et 19	0
Entre	17 et 18	2
Entre	16 et 17	0
Entre	15 et 16	2
Entre	14 et 15	0
Entre	13 et 14	1
Entre	12 et 13	4
Entre	11 et 12	1
Entre	10 et 11	1
Entre	9 et 10	1
Entre	8 et 9	1
Entre	7 et 8	3
Entre	6 et 7	0
Entre	5 et 6	2
Entre	4 et 5	1
Entre	3 et 4	4
Entre	2 et 3	2
Entre	1 et 2	1
Entre	0 et 1	1

SÉRIE II. — *Sable additionné de délayure de terre.*

	Quantité de matière sèche. Gr.	Nombre des vases.
Entre	19 et 20	1
Entre	18 et 19	1
Entre	17 et 18	0
Entre	16 et 17	1
Entre	15 et 16	1
Entre	0 et 15	0

SÉRIE III. — *Sable stérilisé.*

	Quantité de matière sèche. Gr.	Nombre des vases.
Entre	1 et 20	0
Entre	0,5 et 1	4
Entre	0 et 0,5	0

Ces chiffres peuvent se passer de tout commentaire. Le caractère de la première série est l'irrégularité, telle que nous l'avons décrite avec plus de détail au commencement de ce mémoire, celui de la deuxième série : la régularité et la prospérité, celui de la troisième : la stérilité.

Le 25 juin, alors que l'état des pois cultivés ne laissait plus guère de doute sur l'issue de l'expérience, on a semé dans chacun des vases deux graines de colza et deux grains d'orge qui ont très bien levé, mais les plantes, ainsi qu'on devait s'y attendre, sont restées chétives et présentaient tous les symptômes de la « faim d'azote » dans le sol ensemencé avec la délayure de terre aussi bien que dans l'autre.

L'année 1886 a été en bonne partie perdue pour les auteurs par un accident bizarre. Ils avaient obtenu d'un verrier le sable quartzeux tout calciné ce qui, avec quelques précautions, aurait évité la stérilisation pénible de ces grandes quantités de sable au laboratoire même. Or les plantes cultivées dans ce sable ont toutes péri et on a fini par s'apercevoir qu'il présentait une réaction alcaline, ce qui provenait sans doute de cendres qui s'y étaient mêlées. Ce n'est donc qu'en 1887 que des expériences plus étendues ont pu être entreprises sur l'avoine, le sarrasin, le sainfoin, le lupin, le pois.

Ces expériences ont été conduites comme les précédentes; nous

pouvons donc nous dispenser de les décrire. L'azote de la récolte a été dosé d'après la méthode de Kjeldahl.

IX

RÉSULTATS GÉNÉRAUX DES ESSAIS DES ANNÉES 1886-1887.

A. Graminées. — Nous pouvons ajouter les quelques remarques suivantes relatives à l'avoine à ce qui a été dit plus haut. Les nouveaux essais ont entièrement confirmé les précédents.

1° Le carbonate de chaux ajouté au sable dans la proportion de 1 p. 1,000 à 1 p. 100, augmente un peu, mais très faiblement, la récolte d'une part, l'absorption de l'azote d'autre part.

On a trouvé ainsi les moyennes suivantes.

TABLEAU VI.

AZOTE DU SOL sous la forme de nitrate de chaux.	MATIÈRE SÈCHE de la récolte aérienne.	AZOTE de la récolte.
A. *Sable additionné de 4 grammes (1 p. 1000) de carbonate de chaux.*		
Gr.		
0.000	0.597	0.007
0.056	5.134	0.043
0.112	11.757	0.090
B. *Sable additionné de 40 grammes de carbonate de chaux.*		
0.000	0.663	0.009
0.056	5.594	0.046
0.112	12.121	0.103

2° La délayure de terre mêlée au sable est restée sans effet sur l'accroissement de l'avoine et sur l'absorption de l'azote.

3° Même à l'état de dilution extrême, le nitrate du sol est encore absorbé par la plante et se montre efficace. Ainsi, par exemple, une dose de nitrate de chaux correspondant à une partie trois quarts pour un million de parties du sol se fait sentir dans l'accroissement de la plante et dans le taux de l'azote de la récolte. Un vase qui a reçu 0,007 gr. d'azote nitrique a donné une récolte de 1, 014 gr. de matière sèche avec 0,011 gr. d'azote au lieu d'une récolte de 0,597 gr, avec 0,007 gr. d'azote dans le sol privé d'azote.

4° Toutes les manipulations auxquelles l'appareil est soumis dans le but de le stériliser ne changent rien ni en bien ni en mal les résultats constatés dans la culture de l'avoine.

B. Légumineuses.

1° Les vases, la solution nourricière et le sable étant stérilisés, la terre étant recouverte de coton stérilisé, les légumineuses se comportent exactement comme les graminées; il n'y a pas d'accroissement de substance sans nitrate et le produit final renferme toujours, dans ce cas, moins d'azote que la graine. La perte d'azote varie pour le sainfoin de 0 gr. 022 à 0 gr. 025, pour le lupin, de 0 gr. 049 à 0 gr. 051 pour les pois, de 0 gr. 024 à 0 gr. 030.

2° Quand on ajoute la délayure de 5 gr. de bonne terre à 4,000 gr. de sable privé d'azote, les légumineuses se développent normalement et assimilent des quantités considérables d'azote. Elles se comportent donc tout autrement que les graminées.

Voici les résultats obtenus dans un sol privé d'azote.

TABLEAU VII.

NUMÉROS.	MATIÈRE SÈCHE des organes aériens.	EXCÈS DE L'AZOTE de la récolte sur celui de la graine.
	Sainfoin.	
	Gr.	Gr.
244	16.864	0.326
245	18.190	0.373
248	11.686	0.330
249	16.411	0.421
	Lupins (volume du sable doublé).	
287	44.718	1.077
288	45.611	1.089
291	44.481	1.121
292	42.451	1.243
	Pois.	
339	17.616	0.449
340	20.426	0.451
341	15.962	0.413

Les délayures de différentes sortes de terre n'agissent pas de même; celle d'un sol sableux qui n'avait jamais été fumé et qui n'était que rarement cultivé était beaucoup moins active que celle d'un sol bien cultivé; mais ceci à part, la délayure d'un même sol

agit différemment sur les diverses espèces légumineuses. Par exemple, la délayure d'une bonne terre à betteraves a merveilleusement favorisé l'accroissement des pois dans un sol privé d'azote, tandis qu'elle est restée sans effet sur le sainfoin et le lupin.

3° Les pois ont donné dans le sol privé d'azote et avec la délayure d'une terre sableuse de Güterglück des récoltes de 15gr,9-17gr,6 de matière sèche contenant des excédents d'azote de 0gr,413-0gr,449; avec la délayure d'une terre à betteraves, des récoltes de 12gr,6 à 20gr,1 de matière sèche contenant des excédents d'azote de 0gr,269 à 0gr,598; avec celle d'une autre terre à betteraves, même une récolte de 27gr,4 contenant 0gr,698 d'excédent d'azote; enfin avec celle d'une terre inculte, des récoltes de 0gr,919 à 6gr,571 de matière sèche avec une perte de 0gr,024 et respectivement un gain de 0gr,138 d'azote.

Le sainfoin a donné, par exemple, avec la délayure de la terre de Güterglück, 16gr,864 de matière sèche contenant un excédent d'azote de 0gr,326, tandis que la même plante avec la délayure d'une terre à betteraves favorable au pois, n'a produit que 0gr,075 de matière sèche et a perdu 0gr,022 d'azote.

4° Les diverses manipulations effectuées dans le but de stériliser les vases avec leur contenu n'ont aucune influence sur l'effet de la délayure de terre.

Durant l'année 1887, les auteurs se sont donné la peine de stériliser préalablement les vases qui devaient recevoir la délayure, mais l'expérience ayant démontré l'inutilité de cette précaution, ils ne l'ont plus fait l'année suivante.

5° La délayure de terre arable, chauffée pendant quelque temps à 100°, perd totalement sa propriété fertilisante.

Le sainfoin n'a donné qu'une récolte de 0gr,084 et respectivement 0gr,109 de matière sèche renfermant 0gr,022 d'azote; le pois, des récoltes de 0gr,898, 0gr,842, 0gr,922 de matière sèche, renfermant respectivement 0gr,023, 0gr,024, 0gr,023 d'azote.

6° Les nitrates contenus dans le sol sont absorbés et utilisés par les légumineuses.

Quand on donne des nitrates aux légumineuses, on n'observe pas cette période de « faim d'azote » qui se montre dans le sol et qui est si heureusement surmontée au bout de peu de temps lorsque le sol a été ensemencé avec de la délayure de terre.

7° Sous ce rapport, les légumineuses croissant dans un sol sté-

rilisé se comportent absolument comme les graminées, c'est-à-dire qu'une quantité donnée de l'azote des nitrates produit régulièrement la même récolte de matière sèche et la récolte renferme toujours moins d'azote que les graines, le sol et les engrais pris ensemble.

8° Mais si le sol au lieu d'être stérilisé a reçu une petite quantité de la délayure de terre, l'effet de cette dernière s'ajoute à celui des nitrates, la récolte n'est plus en rapport direct avec l'azote du sol et l'azote de la récolte dépasse très manifestement celui du sol, de la graine et des engrais.

9° Toujours le gain d'azote obtenu à l'aide de la délayure de terre a été plus faible quand le sol renfermait des nitrates que quand il n'en contenait pas.

Voici les résultats d'une expérience qui démontre l'exactitude de cette importante proposition :

TABLEAU VIII.

Addition de		Matière sèche des organes aériens récoltés.	Azote gagné ou perdu.
Azote du nitrate de chaux.	la délayure de terre.		
Gr.		Gr.	Gr.
0.056	Sans.	2.838	— 0.050
0.056		2.927	— 0.049
0.112		6.223	— 0.064
0.112		6.858	— 0.064
0.056	Avec.	11.936	+ 0.105
0.056		15.324	+ 0.169
0.112		11.037	+ 0.042
0.112		17.077	+ 0.183
0.000	Avec.	16.864	+ 0.326
0.000		18.190	+ 0.378
0.000		11.686	+ 0.330
0.000		16.411	+ 0.421

10° Rien n'indique que les légumineuses possèdent plus que les graminées la propriété d'absorber de très petites quantités d'azote assimilable incorporé au sol ou offertes en solutions très étendues.

Les expériences ont été faites avec des sainfoins et des pois qui

ont donné des récoltes tout à fait comparables à celles que nous ont fournies les graminées dont il a été question plus haut.

11° Rien n'est changé à tous ces résultats quand on porte la dose de carbonate de chaux de 1 pour 1,000 à 1 pour 100.

X

Résumons aussi brièvement que possible tout ce qui vient d'être exposé au sujet des légumineuses :

« Lorsqu'un sol semblable au sable quartzeux, dont MM. Hellriegel et Wilfarth se sont servi, a été stérilisé et maintenu à l'abri des germes durant toute la végétation, les graminées et les légumineuses qu'on y a semées se comportent exactement de la même manière ; par conséquent, le sol n'ayant pas reçu de nitrates ni aucune autre matière azotée assimilable, la production des papilionacées, comme celle des graminées, est très réduite pour ne pas dire nulle. En ajoutant des nitrates au sol, on peut provoquer tel accroissement qu'on veut, chez les papilionacées comme chez les graminées, et cet accroissement est presque directement proportionnel aux quantités de nitrate, à la condition expresse que l'azote ne se trouve pas en excès relativement à quelque autre aliment minéral indispensable. La récolte renfermera toujours moins d'azote que le sol n'en renfermait au début de l'expérience. Rien n'indique que dans ce cas (de sol stérilisé) la plante, papilionacée ou graminée, jouisse de la propriété de puiser l'azote ailleurs que dans la réserve d'azote assimilable du sol.

« Mais si on ajoute au sol la délayure d'une bonne terre arable, les papilionacées et les graminées se comportent d'une manière typiquement, non seulement quantitativement, différente.

« Rien n'est changé dans la végétation des graminées ; les relations entre la productivité et l'engrais azoté restent les mêmes que dans le sable stérilisé ; la délayure de terre est absolument sans effet.

« Les papilionacées, au contraire, sont rendues aptes par un peu de délayure de terre à croître normalement sans que le sol renferme des nitrates ou autres composés azotés ; elles puisent de l'azote à une source que les graminées ne peuvent pas utiliser et laissent, dans tous les cas, dans la récolte une quantité d'azote beaucoup plus forte que celle qui leur était offerte dans le sol au commencement de la végétation. »

Il serait puéril de croire que l'azote contenu dans les 25 centimètres cubes de délayure de terre a pu produire des effets semblables; si une telle objection était formulée, les auteurs pourraient répondre que, dans aucun cas, l'analyse ayant été faite plusieurs fois, ces 25 centimètres cubes ne renferment plus d'un milligramme d'azote, tandis que les récoltes en contenaient plusieurs centaines et même plus de mille milligrammes. Les expériences que nous avons décrites au commencement de ce travail montrent d'ailleurs que 7 milligrammes d'azote donné sous la forme de nitrate de chaux, ne produisent qu'un effet minime.

Les auteurs sont ainsi conduits à admettre que tout l'effet de la délayure de terre doit être attribué aux micro-organismes qu'elle renferme, et ils apportent à l'appui de cette opinion les raisons suivantes :

a. Une quantité très minime de délayure suffit pour produire un effet complet.

On a vu que les 25 centimètres cubes de délayure ont été obtenus avec 5 grammes de terre; cette terre n'a même jamais été complètement épuisée; il est donc permis de dire que les 4,000 grammes de sable n'ont pas reçu 1 pour 1,000 des éléments actifs du sol arable.

b. La manière dont les papilionacées végètent dans un sol sans nitrate ne peut guère s'expliquer sans l'intervention des micro-organismes; on se rappelle, en effet, qu'elles semblent d'abord périr d'inanition aussitôt que les graines sont vidées, puis, pour ainsi dire tout à coup, elles prennent une vie nouvelle.

c. La délayure de terre maintenue en ébullition pendant une demi-heure, perd totalement sa propriété fertilisante. (Une élévation de la température à 70° paraît même suffire.)

d. Les délayures de terre de différentes provenances n'agissent pas de même sur toutes les papilionacées.

e. Les papilionacées peuvent, à l'occasion, se développer normalement dans un sol privé d'azote si on n'empêche pas soigneusement l'accès des germes apportés par l'air.

Considérons maintenant tout particulièrement ce fait singulier que parmi les nombreux pieds de légumineuses vivant dans un sol non stérilisé, mais privé d'azote assimilable, un petit nombre seulement, après avoir traversé péniblement une période de famine, se mettent à végéter énergiquement. Cela ne semble-t-il pas indiquer que la plante fait plus que de s'emparer de l'azote fixé dans le sol

par quelque microorganisme? qu'elle entre en relation beaucoup plus étroite avec cet organisme. Sans cette particularité on aurait pu se contenter peut-être de ce fait découvert par M. Berthelot, que de l'azote est fixé dans le sol par l'intermédiaire de certains organismes inférieurs, quoique l'indifférence des graminées pour cet azote fixé, et qui ressort des expériences ci-dessus décrites, fût au moins étrange. Après tout, cet azote aurait pu se présenter sous une forme convenable aux papilionacées, mais défavorable pour les graminées.

Il ne s'agit d'ailleurs pas du tout de nier ou d'amoindrir la valeur des observations de M. Berthelot; les auteurs affirment simplement que le gain d'azote ne peut être expliqué de cette manière.

Si on rapproche enfin le fait que nous venons d'envisager de cet autre que la délayure de deux terres à betteraves a splendidement occasionné le développement des pois, tandis qu'elle est restée sans effet sur le sainfoin et sur le lupin, l'idée d'une symbiose entre les espèces des légumineuses et certaines espèces de microorganismes souterrains adaptées aux espèces de légumineuses paraît seule pouvoir expliquer l'ensemble des observations.

XI

LES TUBERCULES DES RACINES DES LÉGUMINEUSES

Voici d'abord quelques observations de nature à indiquer les relations entre l'assimilation de l'azote et la présence des tubercules sur les racines des légumineuses :

1. Dans le sable stérilisé et privé d'azote, aucune légumineuse ne développe des tubercules sur les racines, mais dans ces conditions les plantes ne croissent pas et n'assimilent pas d'azote.

2. Dans le sable non stérilisé, mais privé d'azote, on a trouvé ordinairement sur les racines des légumineuses de nombreux tubercules; ces plantes pourvues de tubercules s'accroissent activement et assimilent des quantités notables d'azote.

3. Dans le sol stérilisé, mais pourvu de nitrates, les plantes prospèrent; aucun tubercule n'apparaît sur les racines; la récolte renferme moins d'azote que le sol n'en contenait au début de l'expérience; il n'y a pas de gain d'azote.

4. Dans le sol non stérilisé et pourvu de nitrates, les plantes

TABLEAU IX.

NUMÉROS.	AZOTE DONNÉ AU SOL SOUS FORME DE NITRATE.	MATIÈRE SÈCHE FOURNIE PAR LA PLANTE ENTIÈRE.	GAIN D'AZOTE.	TUBERCULES DES RACINES.
		A. — Sable stérilisé sans azote ajouté.		
	Gr.	Gr.	Gr.	
242	0	0.092	0	Pas de tubercules.
243	0	0.063	0	
246	0	0.084	0	
247	0	0.109	0	
266	0	0.135	0	
267	0	0.092	0	
		B. — Sable sans azote ajouté, pourvu de délayure de terre.		
244	0	16.864	+ 0.348	Nombreux tubercules, gros ou petits, âgés ou jeunes, sur les racines de tout ordre, surtout sur la racine principale, beaucoup d'entre eux déjà vidés.
245	0	18.190	+ 0.395	Tubercules comme en 244, peut-être plus nombreux et plus vigoureux.
248	0	11.686	+ 0.352	Nombreux tubercules, la plupart déjà âgés.
249	0	16.411	+ 0.443	Même observation.
250	0	12.530	+ 0.249	—
251	0	9.409	+ 0.202	—
268	0	17.370	+ 0.386	Nombreux tubercules gros, encore solides, non vidés; beaucoup de jeunes sur les radicelles.
269	0	13.491	+ 0.287	Même observation.
		Exceptions.		
252	0	0.075	0	Pas de tubercules.
253	0	0.055	0	
		C. — Sable stérilisé pourvu de nitrates.		
262	0.007	0.209	— 0.005	Pas de tubercules.
263	0.007	0.272	— 0.004	
264	0.007	0.316	0	
265	0.007	0.297	0	
254	0.056	2.838	— 0.028	
255	0.056	2.927	— 0.027	
256	0.112	6.223	— 0.042	
257	0.112	6.858	— 0.042	
270	0.112	6.077	— 0.042	
271	0.112	6.837	— 0.046	
		D. — Sable pourvu de délayure de terre et de nitrates.		
258	0.056	11.936	+ 0.127	Nombreux tubercules; beaucoup d'âgés et en partie vidés.
259	0.056	15.324	+ 0.191	Même observation, mais moins de tubercules âgés.
260	0.112	11.637	+ 0.064	Tubercules âgés assez nombreux; presque tous encore fermes, deux ou trois seulement commencent à se ramollir; très nombreux tubercules très petits sur les jeunes radicelles.
261	0.112	17.077	+ 0.205	Mêmes observations.

prospèrent, de nombreux tubercules se développent et il y a gain d'azote.

Le tableau IX (V. p. 31), que nous ne pouvons nous dispenser de reproduire, montre nettement les relations entre le développement des tubercules et l'accroissement et l'assimilation de l'azote chez le sainfoin.

Rien dans ce tableau n'indique que les tubercules ne soient que des magasins de réserve pour les matières azotées, opinion que plusieurs auteurs ont professée et qui se base sur ce fait que le contenu azoté des tubercules disparaît à l'époque de la floraison et de la fructification; mais sous ce rapport les tubercules se comportent exactement comme les feuilles et les racines qui n'en sont pas moins des organes d'assimilation.

Comment admettre que la plante, avide d'azote, commence par accumuler cet aliment dans des magasins de réserve; comment admettre surtout que ces magasins ne se forment pas lorsque l'azote abonde dans le sol?

Pourquoi les n°s 252 et 253 (tableau ci-dessus) n'ont-ils pas formé un seul tubercule alors que les n°s 244 et 245, 248-251 et 268 traités exactement de la même manière en ont produit des quantités? la différence provient de ce que les deux n°s sans tubercules avaient reçu une délayure d'une terre argileuse, tandis que la délayure donnée à tous les autres provenait d'une terre sableuse.

On pourrait sans doute objecter que les n°s 252 et 253 n'ont pris aucun développement et n'étaient pas en état de former des organes de réserve. Mais passons.

Pourquoi les numéros de la série C n'ont-ils pas donné de tubercules contrairement à ceux de la série D? Les conditions étaient pourtant les mêmes, le sol pourvu des mêmes quantités d'azote dans les deux cas, quantités d'azote cependant assez faibles pour que la plante eût eu intérêt à construire des magasins; la seule différence consiste en ce que la série D avait reçu de la délayure de terre.

La relation entre le développement des tubercules et la délayure de terre peut être facilement mise en évidence par l'expérience suivante : on trouve aisément dans un lot de plantules de pois, des individus qui, au lieu d'avoir développé une racine pivotante, ont formé deux racines latérales. On cultive chacun de ces pieds anormaux à cheval sur deux vases placés côte à côte et contenant une solution nourricière privée d'azote. L'un des vases *a* reçoit en

outre la délayure fraîche de cinq grammes de terre, l'autre *b* la même délayure stérilisée par la chaleur. Sans aucune exception de nombreux tubercules apparaissent sur les racines qui plongent dans les vases *a*; pas un seul ne se forme sur celles qui vivent dans les vases *b*, de sorte que la même plante munie de deux fortes racines porte des tubercules sur l'une des racines, tandis que l'autre en est complètement dépourvue.

XII

L'AZOTE TROUVÉ EN EXCÈS DANS LA RÉCOLTE DES LÉGUMINEUSES PROVIENT DE L'AZOTE LIBRE DE L'ATMOSPHÈRE

L'expérience que nous ne décrirons pas en détail ressemble à celle de Boussingault. Les plantes vivent dans une grande cage qui est traversée par un courant d'air débarrassé de toute trace d'azote combiné et auquel on ajoutait ensuite les quantités nécessaires d'acide carbonique. Le gain d'azote n'en a pas moins été considérable: 0gr,401; 0gr,538; 0gr,755 pour les plantes qui n'avaient reçu que de l'air privé d'azote combiné, 0gr,458 pour la plante témoin au sujet de laquelle on n'avait pas pris cette précaution; il va sans dire que le sol était privé d'azote.

Dans une autre expérience conduite exactement d'après les préceptes de Boussingault on a trouvé.

	Azote de la récolte.
	Gr.
Pois	0.2335
Avoine	0.0033
Sarrasin	0.0006

On voit que le pois seul a été capable d'assimiler l'azote libre de l'atmosphère et que si Boussingault n'a pas pu observer l'assimilation de l'azote libre par les légumineuses, c'est qu'il les avait cultivées dans un sol stérilisé.

XIII

L'ENRICHISSEMENT DU SOL APRÈS LA CULTURE DES LÉGUMINEUSES.

Le sable stérile qui a servi aux expériences renfermait 0gr,0036 d'azote par kilogramme.

Voici quelques-uns des chiffres moyens qu'on a trouvés après la récolte des pois.

	Azote dans 1 kil. de sable. Gr.
N°s 323	0.0046
— 327	0.0088
— 337	0.0124
— 352	0.0243

Il ne faut pas oublier que la moyenne de 0gr,0036 d'azote par kilogramme de sable pris avant l'expérience, résulte de 16 analyses qui ont donné des résultats très différents.

C'est donc en étudiant séparément les données de chacune des expériences, sans tirer de moyenne, qu'on verra plus nettement qu'il y a toujours un léger gain d'azote. Les auteurs réunissent de nombreux chiffres en un tableau d'où il ressort que :

1° Le sable s'est enrichi dans tous les cas sans exception.

2° L'enrichissement a été plus fort quand les plantes prospéraient que lorsqu'elles étaient restées chétives.

3° Le gain a été partout assez faible, beaucoup plus faible même que celui que d'autres auteurs ont trouvé dans les sols argileux ou riches en humus (100 milligrammes et au delà d'azote par kilogramme de terre).

4° Presque tout l'excès d'azote trouvé dans le sable après la récolte est engagé dans des combinaisons organiques.

XIV

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

1. Les légumineuses diffèrent typiquement des graminées quant à l'absorption de l'aliment azoté.

2. Les graminées ne peuvent assimiler que l'azote des combinaisons assimilables du sol, et le degré de développement qu'elles peuvent atteindre est toujours en relation directe avec la quantité d'azote disponible dans le sol.

3. Les légumineuses puisent en outre de l'azote à une autre source; elles peuvent se passer de l'azote combiné du sol et complètent, en puisant ailleurs, la quantité d'azote qui leur est nécessaire lorsque le sol n'en renferme pas en quantité suffisante.

4. La seconde source où puisent les légumineuses n'est autre que l'azote libre de l'atmosphère.

5. Les légumineuses ne possèdent pas par elles-mêmes la faculté d'assimiler l'azote libre; elles ne peuvent le faire qu'avec le concours de certains microorganismes du sol.

6. Pour que les légumineuses puissent assimiler l'azote libre, il ne suffit pas qu'elles soient en présence d'organismes quelconques, mais il faut qu'elles se mettent en relation symbiotique avec des espèces déterminées d'organismes inférieurs.

7. Les tubercules des racines des légumineuses ne sont pas simplement des magasins de réserve pour les matières albuminoïdes, mais il existe un lien de cause à effet entre ces tubercules et l'assimilation de l'azote libre.

VESQUE.

ÉTUDES
SUR QUELQUES TERRES DE L'HABRA (ALGÉRIE)

PAR

MM. F. BERTHAULT
Professeur à l'école nationale de Grignon.

ET

G. PATUREL
Chimiste de la station agronomique.

Quand, après avoir traversé la vaste plaine du Chéliff avec ses maigres cultures, on arrive près de Perrégaux, on est vivement frappé du changement qui se manifeste dans l'aspect du pays.

A un sol sec succède une terre marécageuse; aux friches dénudées, les forêts de tamarin (*Tamarix africanus*) ou les landes couvertes de broussailles; aux céréales envahies par le palmier nain et le jujubier, de beaux champs de légumes et de magnifiques plantations.

L'eau a accompli ce prodige. Le réservoir de l'Habra avec ses 30 millions de mètres cubes est la principale cause de cette fertilité.

La vallée de l'Habra se termine par le marais de la Macta, immense terrain submergé pendant une partie de l'année, mais offrant, pendant la saison sèche, une végétation luxuriante susceptible de nourrir un nombreux bétail.

Un brouillard intense couvre ce marécage et des phénomènes de mirage s'y observent fréquemment. Les oiseaux les plus variés se réunissent au milieu des roseaux; on y observe notamment les flamants et les cigognes.

La plaine de l'Habra est formée par une terre généralement compacte; le sol est argilo-siliceux, il repose sur un sous-sol argileux. Les matières organiques sont abondantes, et le développement qu'acquièrent en certains points, sous l'influence de l'irrigation, les eucalyptus, les casuarina, les mimosas, les peupliers et les platanes, semble attester la valeur du terrain. Les plantes herbacées dénotent également une vigueur inusitée.

Cependant, quand on examine attentivement les cultures, on voit qu'elles ne réussissent pas indifféremment sur tous les champs et que, dans une même parcelle, elles sont parfois très irrégulières. A des distances variables, on constate de larges taches à végétation décroissante des bords au centre et, sur quelques-unes même, toutes les plantes cultivées disparaissent rapidement, laissant à nu un sol noirâtre, recouvert, à l'époque des chaleurs, de cristallisations blanchâtres.

On reconnaît de suite qu'on est en présence de terrains salés comme on peut en observer, en France, sur le littoral méditerranéen. Ce sont les salants du sud-est.

Mais s'il est facile de discerner, sur les champs labourés, les portions salées, la détermination en est moins certaine sur les landes à défricher et on s'expose ainsi à des dépenses inutiles.

L'analyse du terrain s'impose donc comme la seule méthode véritablement sérieuse permettant d'éviter des échecs regrettables.

L'étude des cultures de l'Habra va nous montrer d'ailleurs combien cette détermination préalable du degré de salure des surfaces à défricher présente d'importance.

Culture de la vigne. — Le carignane, le mourvèdre, le grenache, le morastel, le petit bouschet, l'ugniblanc et l'aramon sont les cépages qui se partagent, inégalement il est vrai, le terrain du vignoble.

Ces divers plants ont une grande vigueur dans ces terres fraîches, compactes, irriguées pendant l'hiver et le printemps. Les sarments sont énormes et, dès la deuxième année de plantation, la récolte est abondante.

Il semble donc qu'il y ait dans la plantation de vignes une source de bénéfices considérables.

Les dépenses annuelles, en effet, ne dépassent pas 350 francs par hectare, de sorte qu'un produit moyen de 50 hectolitres seulement, comptés à 12 francs l'hectolitre, assurerait un excédent de recettes de 250 francs par hectare.

Or le rendement peut atteindre fréquemment 80 et même 100 hectolitres, le prix de vente arriver à 15 francs et assurer ainsi un profit sérieux.

Quand on étudie les résultats donnés par les vignobles des environs de Perrégaux, on se trouve en présence d'excédents très inférieurs. Il est vrai qu'à cette faible altitude, au voisinage des marais, les gelées blanches sont à redouter et qu'elles compromettent parfois la récolte. Le sirocco intervient aussi, il dessèche le raisin, grille des grappes entières et emporte en quelques heures la moitié du produit.

Mais ces accidents ne suffisent pas à expliquer les chiffres de 30 à 40 hectolitres représentant la moyenne de 800 hectares.

Il faut en chercher la cause dans les *salants* qui enlèvent à la production une surface importante. Sur 800 hectares, 200 peuvent être regardés comme stériles.

L'analyse du sol en ces points montre bien que les sels solubles,

Désignation des terres.	Profondeur à laquelle ont été pris les échantillons.	Chlore par kilogramme de terre.	Chlorure de sodium correspondant.	Acide sulfurique par kilogramme de terre.	Sulfate de magnésie correspondant.	Total des sels solubles.
	Mètres.	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.
1^1....	0.01 à 0.25	0.17	0.27	0.14	0.21	0.48
1^2....	0.25 à 0.50	0.09	0.14	0.10	0.15	0.29
1^3....	0.50 à 0.80	0.25	0.41	0.16	0.24	0.65
2^1....	0.01 à 0.25	0.08	0.13	0.06	0.09	0.22
2^2....	0.25 à 0.50	0.10	9.16	0.04	0.06	0.22
2^3....	0.50 à 0.80	0.03	0.04	0.03	0.04	0.08
3^1....	0.01 à 0.25	0.22	0.36	0.27	0.40	0.76
3^2....	0.25 à 0.50	0.32	0.52	0.33	0.49	1.01
3^3....	0.50 à 0.80	0.54	0.89	0.19	1.78	2.67
4^1....	0.01 à 0.25	0.19	0.31	0.14	0.21	0.52
4^2....	0.25 à 0.50	0.33	0.50	0.23	0.34	0.84
4^3....	0.50 à 0.80	0.26	0.42	0.22	0.33	0.75
5.....	0.01 à 0.40	2.09	3.42	0.48	0.72	4.14
6^1....	0.01 à 0.25	3.69	6.05	1.89	2.83	8.88
6^2....	0.25 à 0.50	4.28	7.01	2.28	3.42	10.43
6^3....	0.50 à 0.80	4.09	6.70	1.82	2.73	9.43
7^1....	0.25 à 0.55	0.56	0.92	0.53	0.80	1.72
7^2....	0.55 à 0.83	1.28	2.10	1.04	1.56	3.66

le chlorure de sodium et le sulfate de magnésie sont en quantité considérable. C'est ce qui ressort de l'examen des nombres réunis dans le tableau qui précède.

Les échantillons 3^1 3^2 3^3 proviennent de taches où la vigne dépérit.

1^1 1^2 1^3 ont été prélevés dans une nouvelle plantation qui paraît devoir pousser régulièrement, 7^1 7^2, dans le centre d'un salant, à côté d'un cep mort et dont les rameaux portaient des cristallisations salines.

Les doses de sels, voisines de $0^{gr},65$ par kilogramme de terre, ne paraissent pas par conséquent devoir être un obstacle.

Au contraire, avec des teneurs qui passent, de la surface à $0^{m},80$ de profondeur, de $0^{gr},76$ à $2^{gr},67$ la végétation de la vigne est languissante. Quand on arrive à $1^{gr},72$ à la surface, et à $3^{gr},66$ dans le sous-sol, la plante meurt.

Il est important de faire remarquer que la terre a été prise au mois de mai, avant les grandes sécheresses. L'évaporation active du mois de juin a pu fort bien déplacer les sels et les condenser dans la couche supérieure d'où ils redescendent dans le sous-sol au moment des arrosages ou lors des grandes pluies. Il y a malheureusement dans ce sous-sol un stock énorme de ces sels. On voit que le kilogramme de terre en renferme de $2^{gr},67$ à $3^{gr},66$ à 80 cent.; et, d'autre part, l'analyse d'une eau débitée par une noria puisant dans la nappe aquifère qui s'étend à quelques mètres seulement de profondeur a fourni des chiffres très élevés pour le chlorure de sodium et le sulfate de magnésie.

Cette eau d'ailleurs, conservée dans un vase en terre poreuse, laissait déposer, au bout de peu de jours, sur les parois extérieures, des cristallisations épaisses.

Ce n'est que par un choix judicieux des terrains à planter qu'on se mettra à l'abri des accidents que nous venons de constater.

Le dessalage de ces terres à l'aide de l'irrigation combinée au drainage ne paraît pas praticable dans cette plaine. L'écoulement des eaux inférieures chargées de sels serait la première chose à réaliser, et on ne voit pas bien *a priori*, la direction à leur donner.

On doit donc surtout tirer parti des légers accidents de terrain, cultiver la vigne sur les parcelles dont le niveau est relativement

élevé et dont la terre arable est par suite plus éloignée du plan d'eau.

Ces situations existent heureusement.

C'est le cas de la 12e section dont proviennent les échantillons 2^1 2^2 2^3.

Ici, contrairement aux observations précédentes, la couche inférieure a un dosage de sels plus faible que la couche supérieure.

A quoi tient cette anomalie apparente?

Peut-être est-elle due à ce que les parcelles occupées par la vigne ont encore peu évaporé à l'époque de la prise d'échantillons, tandis que cette dernière partie, recouverte d'une végétation herbacée intense, a subi un appel d'eau considérable.

Toujours est-il que sa teneur en sels est peu élevée dans l'épaisseur de 80 cent. et que ce terrain doit convenir tout spécialement à la vigne, dans l'ordre d'idées qui nous occupe, puisque la parcelle I, quoique plus salée, semble être déjà un milieu convenable.

Au contraire la 27e section représentée par les échantillons 4^1 4^2 4^3 doit recevoir une autre destination.

Culture des céréales. — Les céréales sont, pour l'Algérie, une culture très aléatoire. L'échaudage, les criquets, les oiseaux diminuent singulièrement les espérances qu'on avait pu concevoir avant la maturité.

Pendant la période herbacée, l'aspect des récoltes irriguées est remarquable.

Les tiges robustes et nombreuses portent de larges feuilles d'un vert foncé, les épis eux-mêmes sont volumineux; tout fait présager une belle récolte. Mais, qu'un vent violent et sec vienne à souffler, et, malgré l'irrigation, cette belle végétation est fanée, parfois desséchée, et tout espoir de fructification est enlevé. Sans que les choses aillent toujours aussi loin, il arrive souvent que le produit en grain soit au moins sensiblement diminué.

Malgré sa rusticité bien connue, le *blé aubaine* ne résiste pas aux causes de dépérissement ou de destruction que nous venons de signaler; aussi sa culture prend-elle peu d'extension.

Dans le département d'Oran, auquel la statistique décennale de 1882 attribue une supériorité marquée sur les autres départements algériens pour la production du froment, le rendement moyen est inférieur à 11 quintaux par hectare.

L'orge n'atteint pas 10 quintaux.

Ce n'est pas à dire que les céréales doivent être rejetées absolument. Elles sont susceptibles, dans certains cas, de conduire à un résultat avantageux. Elles permettent, en effet, de défricher le sol économiquement, de le préparer pour d'autres cultures, et, de plus, elles assurent, après leur enlèvemement, un abondant pâturage ou même une grosse coupe de fourrage par suite du développement, au milieu des chaumes, de plantes variées. — C'est ce qu'on a appelé la *Prairie de chaume*. Cette production fourragère est très appréciée en Algérie; à l'Habra spécialement, on voit pousser, après l'enlèvement du froment, à la place des Soudes (*Salsola kali* et soda), des arroches (*Atriplex halymus*), des chardons, qui occupaient la plaine avant le défrichement, une végétation herbacée composée de bonnes légumineuses, trèfles, luzernes, mélilots, associées souvent à la folle avoine.

Les terres de la 27e section, échantillons 4^1 4^2 4^3, ont porté d'assez belles récoltes de céréales, leur dosage en sels passe de 0gr,52 à 0gr, 75 par kilogramme.

La 16e section, terres 6^1 6^2 6^3, donne des poids très grands des mêmes matières (8gr,88, 9gr,43 et 10gr,43).

Avec ce dosage, les céréales elles-mêmes souffrent. — La prairie seule résiste; mais en l'absence de soins spéciaux, d'irrigation attentive, elle est bientôt envahie par les plantes sodifères, les Soudes et les Atriplex, au milieu desquelles pousse cet étrange végétal, le *Cynomorium coccineum*.

Au contraire, quand, après le défrichement, on irrigue méthodiquement, on obtient de magnifiques prairies composées, il est vrai, de graminées un peu grossières comme la Fétuque élevée (*Festuca elatior*), le Brome mou (*Bromus mollis*); mais associés à des légumineuses qui dominent çà et là.

Ces plantes donnent, en somme, un poids élevé d'un fourrage que le bétail consomme très bien à ses différents états, vert ou sec, et dont la vente se fait facilement à raison de 5 francs le quintal.

L'eau, outre qu'elle fournit à l'évaporation active des végétaux herbacés sous le ciel brûlant de l'Algérie, apporte certainement des éléments fertilisants et enfin dessale le sol.

C'est ce qui résulte des analyses suivantes faites sur l'eau des canaux d'irrigation, avant et après son passage sur les champs.

	EXTRAIT sec par litre.	CHLORE par litre.	ACIDE sulfurique par litre.	CHLORURE de sodium correspondant au chlore.	SULFATE de magnésie correspondant à l'acide sulfurique.	TOTAL des sels solubles.
	Gr.					Gr.
Eau du canal...	0.68	0.151	0.106	0.247	0.159	0.406
Eau ayant passé sur la luzerne.	0.70	0.156	0.116	0.255	0.174	0.429

La proportion des sels ainsi enlevés à chaque irrigation est petite sans doute; mais on comprend que la répétition fréquente du phénomène se traduise au bout d'un certain temps par un effet sensible. — Il faut tenir compte enfin de ce fait, que la présence de cette eau superficielle doit s'opposer à l'ascension des eaux inférieures très chargées comme on a pu s'en rendre compte.

DOSAGES DU CHLORE ET DE L'ACIDE SULFURIQUE.

1° *Mode opératoire.*

Dans les analyses précédentes, on a dosé directement le chlore et l'acide sulfurique et on a conclu, des chiffres obtenus, à ceux représentant le chlorure de sodium et le sulfate de magnésie.

Des recherches parallèles faites sur les terres de l'école de Grignon nous ont montré que les doses de chlore et d'acide sulfurique enlevées par l'eau dans les conditions déterminées de l'expérience, sont toujours insignifiantes.

Après avoir passé au tamis de 0m,001, une certaine quantité des divers échantillons, on a pesé, pour chacun d'eux, 250 gr. de terre fine. Cet essai a été introduit dans un ballon jaugé contenant par avance 500 cent. cubes d'eau distillée[1]. Après agitation, on a procédé à des additions d'eau par petite fraction et en agitant sans cesse; on a constaté de cette façon que, dans tous les cas, la terre occupait dans le ballon le même volume que 100 cent. cubes d'eau, c'est-à-dire que la quantité totale de liquide qu'il nous a fallu introduire pour parfaire exactement un litre, a été partout de 900 cent. cubes (variations extrêmes : 898cc.5 — 901 cent. cubes).

1. L'eau distillée, employée pendant tout le cours de ces recherches, a été reconnue absolument exempte de traces de chlore et d'acide sulfurique.

Après un repos de 12 heures, on a agité fortement une dernière fois, puis jeté le mélange sur un grand filtre à plis. On a remarqué de suite que les filtrations ne se faisaient pas, pour tous les essais, avec la même rapidité, et que, dans quelques-uns, le liquide filtré était loin d'être limpide, tandis qu'il l'était absolument dans d'autres. Cette constatation avait déjà son importance ; on sait en effet que l'argile est complètement coagulée, dans une liqueur qui contient une certaine quantité de principes salins, tandis qu'elle conserve son état colloïdal, qui lui fait traverser les filtres, lorsque le liquide ne contient aucune trace de sels solubles. Dans le cas actuel, on a pu affirmer *a priori* que les terres 6^3, 6^2, 6^1, 5 étaient très riches en matières salines, ce que les dosages directs ont d'ailleurs confirmé.

Lorsque les filtrations ont été terminées, on a prélevé, pour chacune, une même quantité de liqueur, soit 700 cent. cubes. Nous pouvons admettre sans crainte d'erreur, que ce liquide présente, quant au chlore et à l'acide sulfurique, la même composition que celui qui est retenu par la terre restée sur le filtre. On sait en effet que les propriétés absorbantes des terres ne s'exercent pas sur ces deux matières.

Il résulte de là que l'on pourra facilement, des nombres trouvés pour les 700 cent. cubes de liquide prélevés, déduire les quantités de chlore et d'acide sulfurique contenues dans les 250 gr. de terre employée. Il suffira de multiplier ces chiffres par le rapport $\frac{900}{700}$, ou $\frac{9}{7}$. Cette méthode est, au reste, assez généralement employée aujourd'hui pour les déterminations de faibles quantités d'un élément réparti dans une grande masse de matière.

Les 700 cent. cubes de liquide provenant de chacune des terres, ont été évaporés à sec, et l'on a terminé la dessiccation à l'étuve à 110°. De cette façon, le bicarbonate de chaux se trouvant dans la liqueur est devenu insoluble, ainsi que l'argile. On a repris le résidu sec par l'eau bouillante, et filtré dans un ballon jaugé de 250 cent. cubes. Après lavage, on a complété le volume, et c'est sur ce nouveau liquide qu'ont été faits les dosages de chlore et d'acide sulfurique.

Dosage du chlore. — On a dosé volumétriquement avec une solution titrée de nitrate d'argent, en présence du chromate de potasse. La sensibilité de l'opération a été accrue par une extrême dilution de la liqueur argentique, dont un centimètre correspon-

dait à 0.00209 de chlore. Le virage au rouge est du reste d'une netteté absolue, et l'erreur maxima a été certainement, dans chaque détermination, inférieure à 0.1 centimètre cube soit 0.0002 de chlore.

Dosage de l'acide sulfurique. — Cette opération a été faite par précipitation à l'état de sulfate de baryte, et pesée du précipité.

Nous avons supposé arbitrairement que le chlore et l'acide sulfurique trouvés étaient unis respectivement, le premier au sodium, et le second à la magnésie. En réalité, il est très probable qu'il s'est fait un échange entre ces quatre élements, et que la terre contient, en proportion plus ou moins forte, du chlorure de magnésium et du sulfate de soude. Ce fait peut-il influencer dans une grande mesure la quantité totale des sels solubles, calculée d'après le dosage de leurs acides? Qu'arriverait-il dans le cas extrême où le chlore serait uni en totalité au magnésium et l'acide sulfurique à la soude? Si nous prenons comme exemple la terre 6^2 qui contient la plus forte dose de sels solubles, nous trouvons :

CHLORE PAR KILOGR. de terre.	CHLORURE de magnésium correspondant.	ACIDE sulfurique par kilogramme de terre.	SULFATE de soude correspondant.	TOTAL des sels solubles.
4 gr. 28.	5.75	2.28	4.04	9.79

Si nous comparons le total ainsi calculé à celui inscrit pour cette même terre au tableau n° 1, nous voyons que la différence est assez faible (10,47 - 9,79). Il n'était donc pas d'un grand intérêt de rechercher autrement à quelles bases étaient unis les deux corps que nous avons dosés.

Les nombres trouvés pour l'acide sulfurique nous ont conduits à examiner si une certaine quantité de cet acide ne serait pas, dans notre liquide, combinée à la chaux et non à la magnésie. Une recherche directe de la chaux, a montré que la liqueur sur laquelle ont été faits les dosages ne contenait pas la moindre trace de ce corps.

CONCLUSIONS.

Un premier fait découle immédiatement des résultats obtenus. On sait aujourd'hui combien il est important, pour la fertilité d'une terre, que les nitrates puissent s'y former et d'une façon régulière ; or, il est manifeste que, lorsque le sel marin y existe à doses exagérées, comme dans quelques-uns de nos échantillons, le travail du ferment nitrificateur est absolument impossible. M. Dehérain a étudié la marche de la nitrification dans une terre additionnée de doses croissantes de sel marin[1], il a montré nettement que, lorsque la proportion était inférieure à deux millièmes du poids de la terre, les nitrates pouvaient se produire en abondance; avec 5 millièmes et au-dessus, la marche du ferment était totalement arrêtée. Cette propriété malfaisante, n'est pas, au reste, exclusive au chlorure de sodium; elle appartient à un sel quelconque dès qu'il atteint une certaine proportion. Dans le même mémoire[2], le savant agronome démontre en effet que l'addition, à une terre, de nitrates tout formés, en quantité abondante, empêche la nitrification du sulfate d'ammoniaque, aussi bien que celle de la matière organique azotée.

En nous basant sur ces données, nous sommes amené à conclure que les terres 5, 6^1, 6^2, 6^3, dans lesquelles la dose de sels solubles est de 5 millièmes ou au-dessus, seront tout à fait incapables de fournir aux plantes l'aliment azoté dont elles ont besoin. C'est, au reste, précisément sur ces parties du domaine que les essais de culture ont toujours plus ou moins complètement échoué.

Il découle également du rapprochement des chiffres du tableau avec les renseignements agricoles.

Au point de vue général : 1° Que la vigne est la plante qui redoute au plus haut degré les sels solubles. Il paraît établi que si le sol en renferme 0,76 et le sous-sol 1 par 1,000, cette culture est impossible ;

2° Que les céréales paraissent être un peu moins sensibles à l'action des sels en question; qu'une dose de 0, 5 p. 1,000 dans le sol, et de 0,8 p. 1,000 dans le sous-sol ne les incommode pas d'une manière appréciable;

1. *Ann. agron.*, t. XIV, p. 306.
2. *Ann. agron.*, t. XIV, p. 304.

3° Que la prairie naturelle, surtout quand elle est irriguée, réussit dans les terrains impropres aux autres cultures et qu'elle doit occuper toutes les terres qui fournissent un dosage supérieur à 4 p. 100.

Au point de vue spécial :

1° Que la 2e section peut, sans danger, être convertie en vignoble, mais qu'il serait dangereux de donner la même destination à la 27e section avant une irrigation méthodique et prolongée ;

2° Que la 15e section sur laquelle la vigne meurt convient aux céréales et, *à fortori*, aux prairies ;

3° Que la 16e section doit être transformée en prairie ou abandonnée à la lande, les céréales ne devant pas y rencontrer un milieu favorable ;

4° Qu'il est prématuré de défricher la 8e section dont la teneur en sels paraît exclure même les céréales. Ici encore c'est à la prairie qu'on doit avoir recours.

REVUE DES TRAVAUX PUBLIÉS EN FRANCE ET A L'ÉTRANGER

Physiologie végétale.

Les plantes et les gastéropodes ; étude biologique sur les moyens de défense dont les plantes disposent vis-à-vis de ces animaux, par M. E. Stahl[1]. — Parmi les sujets qui ont le plus passionné les biologistes, il faut citer les relations entre les plantes et les animaux ; l'intervention des insectes, des oiseaux et même des gastéropodes dans le transport du pollen, celle d'une foule d'animaux dans la dispersion des graines, et des fruits dits « zoophiles » ; la symbiose si remarquable d'un grand nombre de plantes et de fourmis ou d'acariens, nous enseignent que la plante, quoique passive, ne donne guère dans ces cas sans recevoir, qu'elle veut bien faire un sacrifice, à la condition que l'animal n'y trouve que la récompense d'un travail qui doit profiter au végétal. On comprend aisément que cette adaptation réciproque, utile aux deux intéressés, n'épuise pas le chapitre des relations entre les animaux et les plantes ; celles-ci sont nécessairement exposées aux attaques des animaux sans aucun profit pour elles ; tous les jardiniers savent malheureusement par l'expérience, que les limaces et les escargots font des ravages considérables dans les cultures. On verra bientôt que ces ravages seraient beaucoup plus étendues si les plantes, par des phénomènes d'adaptation très curieux, ne parvenaient à les restreindre ou même à les empêcher.

M. Stahl attribue à l'adaptation dont il est question une telle puissance,

1. *Jenaische Zeitschr. f. Naturwissenschaft u. Medicin*, XXII, in-8, 126 pages, 1888. — *Bot. Centralbl.*, XXXVI, 164.

qu'elle aurait même fixé l'ensemble des réactions chimiques qui se produisent dans les tissus; mais, n'anticipons pas.

Il est de connaissance commune que les plantes, unique source de matière organisée, servent d'aliment aux animaux et que néanmoins, elles se défendent plus ou moins parfaitement contre leurs attaques par des épines, des aiguillons, des poisons, des substances d'odeur et de saveur désagréables, moyens de défense dont l'efficacité se montre le plus clairement chez les plantes des déserts et des steppes. M. Stahl vient nous montrer que tous les végétaux, même ceux qui paraissent à première vue les plus inoffensifs, disposent de certains moyens de défense qui leur assurent au moins une immunité relative.

Il est clair que les plantes auront d'autant plus à souffrir que les animaux sont plus affamés, qu'ils sont plus nombreux et qu'elles-mêmes sont plus rares. Entre les espèces de plantes qu'un animal n'attaque qu'à la dernière limite de la famine et celles qui lui fournissent habituellement l'aliment préféré, il y a tout une série d'intermédiaires correspondant à autant de degrés dans l'efficacité de la protection. Il n'est pas toujours facile de découvrir les moyens de défense, surtout lorsqu'ils sont dus à des espèces chimiques contenues dans les tissus. Néanmoins, l'auteur a essayé de résoudre le problème en choisissant convenablement les plantes, en faisant des expériences comparatives sur les plantes débarrasées par l'épuisement de certaines substances et offertes ensuite aux animaux, ou en offrant à ceux-ci des matières chimiquement pures.

Quels que soient les moyens de défense, qu'ils soient d'ordre mécanique, comme les piquants, ou d'ordre chimique, comme les poisons, il faut les considérer comme le résultat d'une sélection motivée par le monde animal actuellement existant ou éteint. On aura quelque peine à croire que la présence, dans les végétaux, de certains principes immédiats, tels que le tannin, les substances amères, les huiles éthérées, les alcaloïdes, etc., ne sont pas des produits nécessaires du travail chimique propre à chaque espèce; mais la sélection exercée par les animaux a pu seule déterminer le développoment quantitatif de ces principes, leur distribution ordinairement périphérique, leur apparition dans les tissus les plus jeunes, et même jusqu'à un certain point leur nature qualitative, puisque des espèces très voisines entre elles se distinguent parfois nettement par la nature des principes chimiques qu'elles fabriquent.

Occupons-nous maintenant des Gastéropodes. Au point de vue de l'alimentation, il faut les partager en omnivores et en spécialistes ; citons parmi ces derniers, le *Limax maximus*, le *L. cereus*, l'*Arion subfusius* qui se nourrissent principalement de champignons et ne s'attaquent aux autres plantes qu'en cas de besoin extrême, tous les autres sont omnivores, mais préfèrent les parties sucrées des plantes. Leur voracité est telle, que tous les exemplaires captivés étaient affamés. Les *Helix hortensis*, *fruticum* et *arbustorum* mangent surtout les parties mortes des plantes, tandis que l'*H. pomatia*, l'escargot des vignes dévore presque exclusivement des plantes vivantes. Le *Limax agrestis* et l'*Arion empiricorum* sont encore plus à craindre. Les Linnées planorbes et paludines mangent les algues qui recouvrent les plantes aquatiques et n'attaquent celles-ci qu'en cas de besoin.

Les Gastéropodes ne dévorent les plantes vénéneuses que lorsqu'on en a extrait la substance vénéneuse par l'alcool, tandis qu'ils attaquent également les plantes non vénéneuses traitées par l'alcool ou non. Dans ce dernier cas, ils préfèrent les plantes fraîches, d'où l'auteur conclut que le sens du goût est très développé chez les Gastéropodes.

Les substances qui défendent les plantes contre ces animaux sont :

1° L'*acide tannique*. L'expérience sur des plantes fraîches ou épuisées a montré que ce corps est un moyen de protection relative. L'escargot dédaigne les rondelles découpées dans une carotte lorsqu'on les imbibe préalablement d'acide tannique, même la peau de l'animal est très sensible au contact de cet acide. On conçoit dès lors l'utilité de la présence de l'acide tannique dans l'épiderme d'un grand nombre de plantes. Le tannin étant très souvent accompagné d'une matière colorante rouge, le rouge devient jusqu'à un certain point une couleur protectrice.

2° Le *bioxalate de potasse* protège les oseilles, les oxalis et les bégonia. Les Gastéropodes omnivores mangent avidement les feuilles de l'oseille épuisées par l'eau et laissent intactes les rondelles de carotte imbibées d'une solution d'oxalate. La solution à 1 pour 1,000 de ce sel, irrite fortement la peau de l'escargot. Chez les Onagrariées et chez le pois chiche, ce sont les poils qui renferment la substance acide et protègent les plantes.

3° *Les huiles essentielles* de la rue, de l'*Acorus calamus*, des poils du géranium de Robert, de même que les *substances amères* des gentianes, des polygales, etc., jouent le même rôle. Les escargots craignent tellement les produits sécrétés par les poils d'un grand nombre d'espèces, que l'auteur considère l'existence de ces poils comme le résultat de la sélection exercée par les escargots et les limaces.

Les moyens de défense mécaniques agissent de différentes manières: 1° en rendant l'accès de la plante difficile; 2° en s'opposant plus ou moins efficace- aux morsures; 3° en introduisant dans l'œsophage des corpuscules piquants. Les borraginées, le coquelicot, etc., fournissent des exemples de la première catégorie ; ces plantes sont moins bien protégées que les plantes vénéneuses, cependant les escargots mangent plus avidement les plantes d'abord écrasées que les plantes fraîches. Il est à remarquer que les espèces à surface lisse sont communément protégées par la nature de leurs sucs, tandis que celles dont la saveur plaît aux animaux, sont rendues difficilement abordables par des dispositions mécaniques, souvent les poils sont incrustés de carbonate de chaux. Si on éloigne le calcaire par l'acide acétique, les escargots attaquent les plantes.

Ce qui vient d'être dit pour les Gastéropodes est également vrai pour les sauterelles et même pour les ruminants.

L'incrustation des parois cellulaires par la silice est pour ainsi dire une condition *sine quâ non* de l'existence des graminées et des cypéracées.

Le maïs, par exemple, est rapidement dévoré lorsqu'on le cultive dans un sol privé de silice ; tandis qu'il résiste très longtemps dans son état normal.

Les cristaux d'oxalate de chaux en forme d'aiguille, et qu'on appelle des raphides donnent aux plantes une saveur brûlante. Si on dissout ces cristaux dans l'acide chlorhydrique et qu'on enlève celui-ci par des lavages, les feuilles

de l'*Arum* dédaignées par les limaces à l'état naturel sont rapidement dévorées.

Les scilles, les amaryllidées, les orchidées, les onagrariées, les ampélidées sont protégées de cette manière.

Sur la valeur phénologique de la chute et de la coloration hivernale des feuilles, par M. H. Hoffmann[1]. — On a trop souvent compris la chute des feuilles parmi les phénomènes critiques qui peuvent fournir des dates à la phénologie. L'observation montre au contraire qu'elle dépend si intimement de toutes sortes d'accidents météorologiques tels que les gelées, les tempêtes, qu'on ne peut en tirer que des déductions intéressant la météorologie, non la biologie.

L'auteur a réuni un grand nombre d'observations qui démontrent que les gelées automnales précoces agissent très inégalement sur les diverses essences; il refuse à la chute des feuilles toute valeur au point de vue phénologique, mais il croit qu'il n'en est pas de même pour la coloration automnale des feuilles. Si on veut tenir compte de ce dernier phénomène, il ne faut pas choisir comme moments critiques le commencement ou la fin du changement de couleur, mais le moment où plus de la moitié de toutes les feuilles de tous les pieds d'une même espèce changent de coloris. Il est clair qu'il faudra se contenter ici d'une approximation à 4-6 jours près; cette approximation suffit en général. Il est bon de faire remarquer que, dans nos contrées septentrionales, bien des espèces, telles que le sureau, le robinier, le pêcher, perdent leurs feuilles à la suite des premières gelées, avant que le changement de coloration ait pu se faire sentir, tandis que, dans l'Amérique du Nord et à Rome, par exemple, les feuilles du robinier prennent une belle couleur jaune d'or avant de tomber.

1. *Allgem. Jagd. u. Forst-Zeit.*, 1888, n° 8. — *Bot. Centralbl.*, XXXVI, p. 80.

Le Gérant : G. Masson.

Motteroz. — Imprimeries réunies, B, rue Mignon, 2.

LA CRISE DE L'INDUSTRIE FROMAGÈRE

DANS LE JURA COMTOIS ET SUISSE

PAR

A. GOBIN

Professeur départemental d'agriculture de l'Yonne.

Quelques-uns des lecteurs de ce recueil se souviennent peut-être que, dans une *Étude économique sur les fruitières du Jura*[1], nous avions cherché à tracer un tableau véridique de l'état de l'industrie fromagère dans le Jura et à esquisser quelques-unes des améliorations qu'il nous semblait urgent d'y apporter.

Dans cette campagne tentée en faveur du progrès, nous avions l'honneur d'être l'auxiliaire de M. W. Gagneur, député jurassien, qui étudiait depuis longtemps, avec sollicitude, cette précieuse industrie de son pays natal et qui n'a pas, depuis lors, cessé d'en suivre attentivement la marche. Nous avons dû dire alors, et presque avec découragement, de quelle façon nos efforts, si généreusement accueillis par l'administration de l'agriculture, étaient venus piteusement échouer devant une fin de non-recevoir à peine déguisée du Conseil général (1881). Il n'y avait plus qu'à attendre une occasion et des temps meilleurs, tout en s'attachant à poursuivre la préparation des esprits. Trois ans plus tard, nous quittions le Jura; bien que nous ayons continué à nous intéresser à tous les progrès de l'industrie laitière, nous ne pouvions nous tenir au courant qu'à longs intervalles de l'ensemble et non des détails de cette industrie dans ce département et nous n'estimions pas que le Jura fût, de longtemps encore, disposé à se mettre en marche. Nous comptions sans l'inexorable nécessité, véritable sinon seule source de progrès, et aussi sans le dévouement aussi énergique que persévérant de deux Jurassiens, MM. Gagneur, député, et Alph. Ligier, conseiller général.

C'est la seconde phase de cette question économique que nous voudrions étudier et décrire aujourd'hui, estimant qu'il n'est point inutile de déterminer les conditions actuelles des esprits et de fixer le point de départ.

1. *Ann. agron.*, t. X, n° 4, 25 avril, p. 145-176.

I

Étudions la crise fromagère d'abord, recherchons ses causes et mesurons son intensité.

M. Gagneur et nous, en 1881, ne cessions de crier à tous les vents et de répéter sur tous les tons, dans les jouraux et dans des conférences, que l'industrie fromagère allait avoir, comme toutes les industries, à lutter dorénavant contre la concurrence étrangère et internationale qui produisait mieux que nous, et à plus bas prix semble-t-il; que le seul moyen de lutte était d'améliorer la qualité et d'abaisser le prix de revient de nos fromages. On nous arguait « que les chiffres témoignaient surabondamment de la vitalité, du progrès constant de l'industrie fromagère dans le Jura et « répondaient victorieusement aux craintes exagérées que l'on cherchait à répandre ». (Séance du 28 avril du conseil général du Jura.) Ces faits et les chiffres n'ont pas tardé à riposter, la baisse à se produire, l'inquiétude à naître; peut-être même s'est-on porté, comme il arrive par malheur aux Français en tant de circonstances, d'un extrême à l'autre, d'une confiance aveugle à une crainte irraisonnée. Il est donc bon, pour ramener les esprits à une juste appréciation, de sonder la plaie dont il ne faudrait pas exagérer la gravité : le découragement ne vaudrait pas mieux que l'aveuglement. Une question préalable, pourtant, doit d'abord fixer notre attention.

M. Schatzmann, ancien directeur de la station laitière de Thun-Lausanne (Suisse), a donné, dans son journal l'*Industrie laitière*, le prix moyen de vente des fromages façon gruyères, provenances de la montagne et de la plaine, pour la Suisse entière, de 1843 à 1879 inclus. Pour compléter ce tableau et l'amener jusqu'à l'époque actuelle, ce qui nous paraissait un point essentiel, nous avons frappé à deux portes : mon excellent ami et ancien camarade Chabot-Karlen, membre de la Société nationale d'agriculture de France, voulut bien recommander notre requête à M. le major Müller, chef de division au département fédéral de l'agriculture suisse, à Berne, qui s'empressa de nous répondre avec la plus extrême bienveillance; et, simultanément, un autre de nos bons amis, M. Panchaud, ancien pharmacien à Vevey, voulut bien se charger d'obtenir de M. Genoux-Colliard, à Châtel-Saint-Denis (canton de Vaud), l'un des principaux négociants en fromages de la Suisse, des moyennes comparatives

pour la même période. C'est donc à l'aide de ces deux évaluations fondues ensemble, et d'ailleurs bien peu différentes, que nous avons pu dresser le tableau suivant :

TABLEAU I.

PÉRIODES D'ANNÉES.	PRIX MOYEN DE VENTE DES 100 KILOS DE FROMAGES DE GRUYÈRES SUISSES					
	De plaine.	Différence.	De montagne	Différence.	Moyenne générale.	Différence.
	Francs.	P. 100.	Francs.	P. 100.	Francs.	P. 100.
1843-1847.	84.00	....	87.60	....	85.80	....
1848-1857.	87.80	+ 4.35	91.20	+ 3.94	89.50	+ 4.14
1858-1867.	104.00	+ 18.43	108.20	+ 18.60	106.10	+ 18.52
1868-1877.	130.00	+ 25.00	133.80	+ 23.65	131 90	+ 24.32
1878-1887.	124.98	— 3.85	130.85	— 2.10	127.72	— 2.98
Augmentation totale....	....	+ 43.93	....	+ 44.09	....	+ 44.00

Nous en pouvons déjà déduire quelques faits intéressants :

1° La différence moyenne du prix de vente entre les fromages de plaine et ceux de montagne paraît être généralement de 4 à 5 p. 100; deux fois seulement (1848-1859) ceux de plaine ont dépassé ceux de montagne.

2° De 1843 à 1887 inclus, c'est-à-dire en quarante-quatre ans, l'augmentation de prix totale a monté, comparativement, au chiffre initial de 1843, de 56,75 p. 100 pour les fromages de plaine et de 55 p. 100 pour ceux de montagne, soit en moyenne de 55,44 p. 100; les fromages de plaine se sont élevés de 1,59 p. 100 de plus que ceux de montagne et ont baissé de 1,75 p. 100 en moins.

3° Le maximum des prix a été atteint en 1876, à 156 francs pour les fromages de plaine et 158 francs pour ceux de montagne, en moyenne 157; le minimum s'est produit en 1886, à 105 fr.50 et 118 francs, soit en moyenne à 111 fr. 75.

Si, à ce prix moyen de vente des fromages suisses, nous comparons ceux dont il sera question dans un instant, pour les produits similaires du Jura français, durant les mêmes périodes, voici les chiffres que nous obtenons :

TABLEAU II.

PÉRIODES D'ANNÉES.	PRIX DES 100 KILOG. FROMAGES GRUYÈRES DE SUISSE.	PRIX DES 100 KILOG. FROMAGES GRUYÈRES DU JURA FRANÇAIS.
	Francs.	Francs.
1848-1857.........	89.50	105.61
1858-1867........	106.10	113.31
1868-1877.........	131.90	138.80
1878-1887.........	127.72	131.36
Moyennes......	113.80	122.27

Ainsi que nous le dirons plus loin, les chiffres qui, pour le Jura, ont servi à établir cette moyenne, provenant des diverses altitudes du département, sauf la plaine (de la zone du vignoble à celle du troisième plateau), nous pouvons les regarder comme s'appliquant à peu près aux qualités moyennes de notre production, et il en ressort que nos prix moyens de vente auraient été et seraient encore, sinon notablement supérieurs, tout au moins égaux à ceux de la Suisse, généralement reconnus, pourtant, pour être d'une qualité sensiblement supérieure, quoi qu'en puisse penser et dire le patriotisme jurassien.

A cette observation que nous avions l'honneur de lui soumettre, M. le major Müller répondit dans les termes suivants : « Quant à la différence de prix que vous signalez entre les fromages suisses façon gruyères et les fromages de fabrication française dits de Comté, et qui est en faveur de ces derniers, elle peut, en grande partie, s'expliquer par le fait que, d'abord, le prix de vente de nos fromages est notablement diminué par suite des droits d'entrée (4 francs par 100 kilos) qu'ils ont à supporter en entrant en France, ainsi que par des frais de transport plus considérables résultant de la plus grande distance. Les fromages comtois bénéficient de l'absence de ces droits et de la diminution de frais. Puis, à ce que je crois, le commerce français n'achète au dehors qu'après épuisement de la production indigène.

Il y a certes beaucoup de vrai dans cette appréciation, mais elle ne suffit pas à expliquer complètement un fait encourageant pour nous et nous y proposerons d'ailleurs quelques atténuations. La

Suisse, en effet, exporte en moyenne annuelle 30 millions de kilos de fromages, dont le cinquième environ pour la France, où le droit d'entrée n'est que de 4 francs par 100 kilos, tandis qu'il est de 12 fr. 50 en Italie, de 25 francs en Allemagne et en Autriche, de 36 francs en Russie, etc. Il est vrai qu'une partie des gruyères suisses ne fait que traverser la France en transit, pour l'Algérie, l'Italie, l'Angleterre et les colonies. Mais les prix de vente moyens que nous avons indiqués s'appliquent à la production totale de la Suisse[1] (plus de 40 millions de kilos) et la France ne reçoit que le cinquième (8 millions de kilos) de son exportation totale (30 millions de kilos, environ). D'un autre côté, le rapport si substantiel et si intéressant adressé en 1887 par MM. Müller et de Borde au conseil général du Jura constate, avec la Chambre de commerce de Lons-le-Saulnier, que la Compagnie du chemin de fer P. L. M. transporte les fromages suisses à des tarifs moitié moindres que les fromages français similaires. Enfin, il s'en faut bien que l'importation française, en fromages suisses, soit simplement complémentaire de notre production et de notre consommation : une partie traverse notre territoire pour profiter de la faiblesse de nos droits de douanes et pénétrer, à la faveur de notre pavillon, dans d'autres pays; nous importons (1887) plus de 8 millions de kilos dont nous ne réexportons que les deux tiers, et il reste plus de 2 millions et demi de kilos environ qui, achetés à cause de leur qualité supérieure (Emmenthall), ou à cause de leur prix relativement faible, viennent se substituer, dans notre consommation, à pareille quantité de nos produits, en même temps qu'ils pèsent sur les prix de notre production entière.

II

Pour atteindre le but que nous visions et nous procurer les chiffres indispensables à la discussion, nous n'hésitâmes pas à faire appel au dévouement de MM. les instituteurs, près desquels nous avions toujours trouvé un accueil empressé et un concours dévoué ; ni l'un ni l'autre ne nous ont encore manqué cette fois.

1. En 1872, Berlepsch estimait la production totale de la Suisse à 33,885,050 kilos de fromages, valant 30,496,554 francs, et à 14,022,150 kilos de beurre valant 33,653,218 francs; ensemble 64,149,772 francs. Son exportation montait alors à 19,271,600 kilos de fromages, valant 38 millions et demi de francs, et à 590,550 kilos de beurre valant 2 millions; tandis qu'elle importait 4,250,00 kilos de beurre valant 10 millions, et seulement 929,000 kilos de fromages estimés 1,500,000 francs.

Le département du Jura se répartit en cinq zones, à la fois climatériques et agricoles, savoir : *la plaine* de Bresse (altitude moyenne 215 mètres) ; *le vignoble* ou bon pays (altitude moyenne 245 mètres) ; *le premier plateau* (altitude moyenne 450 mètres) ; *le second plateau* (altitude moyenne 800 mètres;) enfin *le troisième plateau* (altitude moyenne 1050 mètres).

Nous cherchâmes donc à nous procurer les prix de vente aux 100 kilos de fromage ou tomes, en remontant aussi loin que possible pour les fruitières suivantes :

Deuxième zone. — Vignoble ou bon pays, fruitière de Saint-Lothain (1873-1887), canton de Sellières; fabrication moyenne annuelle 20,000 kilos.

Troisième zone. — Premier plateau, fruitière de Bezain (1867-1887), canton de Poligny; fabrication moyenne annuelle 25,000 kilos.

Quatrième zone. — Second plateau, quatre fruitières de Saint-Pierre (1851-1887) canton de Saint-Laurent; fabrication moyenne annuelle ensemble, 50,000 kilos. Fruitière de Froide-Fontaine (1882-1887) canton de Nozeroy; fabrication moyenne 30,000 kilos par an;

TABLEAU III.

ZONES.	FRUITIÈRES DE :	PRIX MOYEN DE VENTE AUX 100 KILOS DE FROMAGES.				PRIX	
		1848-1857.	1858-1867.	1868-1877.	1878-1887.	Maxima.	Minima.
		Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.
2e vignoble...	Saint-Lothain...	......	......	139.04	127.07	147.50	100.00
3e, 1er plateau.	Bezain..........	......	......	138.40	134.45	164.00	116.00
4e, 2e plateau.	Bief du Fourg...	......	122.31	139.68	130.55	164.50	110.00
	Saint-Pierre....	105.51	121.95	139.62	132.60	104.50	111.62
	Froide-Fontaine.	......	......	......	135.58	....	108.00
5e, 3e plateau.	Prémanon.......	......	120.22	137.23	128.50	162.10	108.00
Moyennes....................		105.51	113.31	138.80	131.36	160.52	108.93
Moyennes de la Suisse, d'autre part.		89.50	106.10	131.90	127.72	157.00	111.75

trois fruitières du Bief du Fourg (1860-1887), canton de Nozeroy; production moyenne, ensemble 45,000 kilos.

Cinquième zone. — Troisième plateau, cinq fruitières de Préma-

non (1860-1887), canton de Morez; fabrication moyenne de l'ensemble, 50,000 kilos par an.

Afin de ne pas fatiguer inutilement le lecteur, nous nous bornerons à lui présenter, dans le tableau III, les moyennes de cette longue liste de prix annuels.

Le mouvement comparatif des prix, dans ces quinze fruitières, peut, à un autre point de vue, se résumer de la façon suivante :

TABLEAU IV.

ZONES.	FRUITIÈRES DE :	AUGMENTATION DE PRIX PAR 100 KILOS RELATIVEMENT A LA PÉRIODE PRÉCÉDENTE : 1858-1867.	AUGMENTATION DE PRIX PAR 100 KILOS RELATIVEMENT A LA PÉRIODE PRÉCÉDENTE : 1868-1877.	DIMINUTION DANS LA PÉRIODE 1878-1887.	AUGMENTATION DÉFINITIVE DANS LA PÉRIODE 1858-1887.
		P. 100.	P. 100.	P. 100.	P. 100.
2e zone..........	Saint-Lothain.......	....	....	8.65	....
3e zone..........	Besain..............	....	....	2.93	....
4e zone..........	Bief du Fourg.......	....	14.20	6.50	7.70
	Saint-Pierre........	15.45	14.45	5.11	9.34
	Froide-Fontaine.....	....	....	....	....
5e zone..........	Prémanon............	....	14.14	6.35	8.22
Moyennes...........................		15.45	14.26	5.91	8.42
Moyennes de la Suisse, d'autre part....		18.52	24.32	2.98	21.34

Ainsi, les prix de nos fromages jurassiens se seraient accrus de 28 à 30 p. 100, de 1858 à 1877, et auraient baissé d'environ 6 p. 100 dans les dix dernières années (1878-1887), d'où une augmentation nette de 22 à 24 p. 100. Les mouvements correspondants pour les fromages suisses auraient été + 43 — 3 = net 40 p. 100. Et cependant, au point de vue absolu du prix de vente, notre situation économique reste au moins égale à celle de nos voisins, à en juger par le tableau V des prix de vente comparés dans ces dernières années.

Et, une remarque qu'il est peut-être bon de placer ici, c'est que l'altitude seule ne détermine pas le prix de vente et la qualité probable du fromage, mais *aussi*, et que l'on nous permette de dire *surtout* l'habileté du fruitier, la bonne installation de la fromagerie,

et encore le zèle et l'habileté pour la vente, de l'administration syndicale. Ce fait nous paraît suffisamment mis en lumière par les résultats précédents.

En résumé, il y a crise dans l'industrie fromagère des Jura suisse et français : cette crise a débuté en Suisse en 1877, et elle a, jusqu'ici, atteint son minimum en 1886; en France, elle n'a débuté

TABLEAU V.

FRUITIÈRES.	ALTITUDE APPROXIMATIVE.	PRIX MOYEN DE VENTE DES 100 KILOS DE FROMAGES.			PRIX DE VENTE		
		1868-1877.	1878-1887.	1887.	Maxima. 1877.	Minima. 1886.	Écart.
	Mètres.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	P. 100.
Moyennes de la Suisse....		131.90	127.72	128.72	157.00	111.75	40.65
Saint-Lothain...	156	139.04	127.07	128.50	147.50	100.00	47.50
Besaïn..........	435	138.40	134.45	133.00	164.00	116.00	41.40
Saint-Pierre.....	785	139.62	132.60	129.63	164.50	111.62	47.40
Froide-Fontaine..	835	....	135.58	128.50	....	108.00	......
Bief du Fourg...	870	139.68	130.55	125.00	164.50	101.50	62.10
Prémanon.......	1.110	137.23	128.50	127.40	162.10	108.00	50.00
Moyennes.......		138.80	131.46	128.67	160.52	107.52	49.68

qu'en 1878, mais le minimum est également survenu en 1886. Et, cette crise, nous pouvons avouer aujourd'hui que nous la craignions plus terrible encore, et que nous ne la regardons point comme conjurée.

III

Cette crise, quelles en sont les causes? elles nous paraissent être de deux ordres : général et spécial.

On se rappelle que les droits perçus, à la frontière française, sur les fromages à pâte ferme (de façon gruyères), qui étaient, avant 1864, de 16 francs par 100 kilos, furent abaissés, à partir du 1er juillet de cette année, par le traité franco-suisse et restent encore fixés actuellement à 4 francs, ne pouvant être relevés qu'à l'échéance de ce dernier, c'est-à-dire en 1893; qu'en juillet 1879 l'Allemagne, en vue du double intérêt de son trésor et de son in-

dustrie pastorale, porta de 12 fr. 50 à 25 francs son droit de douanes à l'importation sur ce produit; qu'elle fut imitée par l'Autriche (25 francs par 100 kilos), l'Italie (12 francs par 100 kilos), la Russie (36 francs par 100 kilos), etc., etc. Ces droits presque prohibitifs firent refluer en France une proportion de plus en plus considérable des produits suisses; partie de 2,250,000 kilos en 1865-1866, cette importation est arrivée, en 1887, à 8 millions et demi de kilos.

Rappelons d'un autre côté que, dès 1878, un des principaux négociants en fromage de Paris, M. Dedron jeune, afin d'assurer à sa clientèle des produits de la meilleure qualité, avait fondé à Aarwangen (canton de Berne) une maison d'achat et d'entrepôt pour les fromages d'Emmenthal; qu'en janvier 1880, soixante-deux marchands de fromage français, réunis à Pontarlier (Doubs), avaient jeté un premier cri d'alarme et tenté d'imposer *autoritairement* un progrès nécessaire; qu'enfin, les personnes intelligentes et désintéressées (Chambre de commerce de Besançon, *Compte rendu* 1883, p. 36-37. —*Rapport de MM. Müller et de Borde au conseil général du Jura,* 1887, p. 30-31; etc., etc.) reconnaissaient et reconnaissent que la question des droits de douane n'est pas la seule cause de la crise fromagère dans notre Jura. « Dans l'opinion des hommes compétents, on reproche à nos fromages d'avoir une pâte dure, non percée, pendant les mois d'octobre à fin d'avril; ce reproche est fondé : il est dû à trois causes principales : 1° on écrème trop le lait, ce qui donne du fromage maigre et dur; 2° les caves de nos chalets sont froides durant sept mois, au point que les fromages ne peuvent fermenter, d'où la conséquence que la pâte est massive et sans percement, défaut capital aux yeux des consommateurs et qui se traduit par une moins-value de 15 à 20 francs par 100 kilos; 3° très peu de fromagers connaissent bien leur métier, la plupart ne l'ont appris qu'imparfaitement. » (Chambre de commerce de Besançon, 1883, p. 36-37). « La qualité des fromages suisses et des fromages allemands est meilleure, plus homogène que celle des nôtres. Depuis trente ans, notre industrie fromagère est restée stationnaire. Beaucoup de nos fromagers sont au-dessous de leur tâche, et dans beaucoup de villages, les fromageries sont au nombre de deux faisant de mauvais produits, alors qu'une seule, disposant d'une plus grande quantité de lait, en pourrait faire d'excellents. » (M. Müller, *Rapport au conseil général,* 1887, p. 30-31).

« Une autre cause encore, continue excellemment M. Müller,

vient peser lourdement sur notre commerce de fromages ; ce sont les nouveaux tarifs de chemins de fer. Il résulte de l'extrait du procès-verbal (séance du 21 juin 1886) de la Chambre de commerce du Jura, à Lons-le-Saunier, que les fromages suisses sont transportés sur le réseau P. L. M. à moitié prix des produits français. Depuis deux ans, dit ce rapport, le prix des fromages de gruyères a baissé dans les fruitières de 50 p. 100, par le fait de la concurrence étrangère ; et c'est le moment que la compagnie P.-L.-M. choisit pour élever de 40 p. 100 ses prix de transport ! La compagnie P. L. M., en été, transporte les fromages par wagons complets, en grande vitesse, à cause des chaleurs, au tarif de petite vitesse. Il serait très utile que cette faveur fut étendue aux expéditions de détail et que les mêmes concessions fussent accordées par les autres compagnies. » (*Ibid.*)

Des nouveaux tarifs de P. L. M. comparés aux anciens il résulte, en effet, dans le transport de nos produits Comtois, une augmentation de 28 à 40 p. 100 pour les expéditions inférieures, et de 8 à 20 p. 100 pour celles supérieures à 1,000 kilos. D'un autre côté, « des fromages suisses allant de Petit-Croix à Marseille et passant par Lons-le-Saunier paient 45 francs ; et ceux partant de cette dernière gare 55 fr. 50, soit 10 fr. 50 de plus pour un parcours moindre de 198 kilomètres. De même pour Saint-Nazaire, une expédition de 5,000 kilos, partant de Verrières, est transportée au prix de 42 francs la tonne, tandis que, de Pontarlier à Paris, le tarif est de 42 fr. 30 la tonne ; le prix est le même et le parcours est double. »

Ce n'est donc pas seulement des traités de commerce imposés ou consentis que notre industrie laitière est fondée à se plaindre, mais aussi des administrations de chemins de fer français qui, dans un but de concurrence et de profit privé, favorisent les produits étrangers au détriment des nationaux, qu'il s'agisse de fromages suisses, de bestiaux allemands, de volailles italiennes, etc., etc.

Nous avons dit que nous n'osions pas considérer la crise comme conjurée ; et nous ne sommes pas seuls à regarder avec des yeux inquiets l'avenir de notre principale industrie jurassienne. M. Müller, dans son rapport précité (avril 1886), cite en ces termes l'opinion d'un homme qu'il dit des plus compétents : « Il est probable que la concurrence des gruyères étrangers deviendra de plus en plus menaçante, au point de vue de la qualité et de la quantité. » Il y a, à cela, divers motifs.

Les autres nations de la vieille Europe subissent la même crise générale que nous; en présence des produits agricoles (végétaux et animaux) dont commence à nous inonder le nouveau monde, nos débouchés se restreignent à mesure que les prix baissent. Les beurres danois, suédois, hollandais, allemands, etc., se substituent chaque jour davantage aux nôtres sur le marché anglais; ceux italiens et américains nous font, dans l'Amérique du Sud, une concurrence de plus en plus active, et le temps n'est peut-être pas très éloigné où les beurres et fromages des États-Unis feront leur apparition sur nos marchés[1]. Ce n'est pas seulement parce qu'ils vendent moins cher que nous que nos concurrents nous supplantent, mais aussi parce qu'ils fabriquent parfois mieux, à plus bas prix et peuvent, conséquemment, vendre moins cher; parfois enfin, parce que producteurs et commerçants falsifient trop souvent nos produits indigènes.

Les États-Unis d'Amérique possèdent aujourd'hui plus de 41 millions de bêtes à cornes, dont 14 millions de vaches, parmi lesquelles 10 millions de laitières; la production annuelle atteint environ 100 millions d'hectolitres de lait, dont 35 sont convertis en 100 millions de kilos de beurre et en 150 millions de kilos de fromages. La France, sur 13 millions de bêtes à cornes, dont 6 millions et demi de vaches, parmi lesquelles 5 millions laitières, produit par an 68 millions d'hectolitres de lait; 25 millions sont transformés en 73 millions de kilos de beurre estimés 164 millions de francs, et 112 millions et demi de kilos de fromages, valant 118 millions de francs; ensemble, 282 millions de francs.

Or, après avoir épuisé leur sol vierge par des récoltes successives de grains, les Yankees sont aujourd'hui contraints de revenir, sur un grand nombre de points, au système cultural de la vieille Europe, la culture par le bétail et par le fumier; ils n'entretenaient que 18 millions de bêtes à cornes en 1850, 24 millions en 1860, 26 millions en 1870; ils en possèdent aujourd'hui 41 millions, ils en auront peut-être 50 dans dix ans d'ici. En 1870, l'industrie laitière était, chez eux, dans l'enfance; aujourd'hui, ils ont organisé, avec la plus merveilleuse entente des affaires, le système

1. N'avons-nous pas vu, en 1885, un Anglais, ancien cultivateur du Dorsetshire, émigré aux îles Kalapoï (Nouvelle-Zélande, Océanie), James Andrews, expédier à Londres vingt caisses de fromages, qui se vendirent à raison de 1 fr. 87 le kilogramme et auxquels on fit le reproche d'être un peu trop frais!

de la coopération; ils fabriquent industriellement, scientifiquement, économiquement, des fromages de Cheddar, de Chester, de Hollande et aussi de Gruyères. Depuis dix ans, ils ont adopté le système suédois, les réfrigérants, les écrémeuses, les malaxeurs, les presses, etc., etc. En 1870, ils n'exportaient que 1 million de kilos de beurre valant, au plus, 2 millions et demi de francs; en 1880, ils en exportaient déjà 20 millions de kilos valant 50 millions de francs et, sans doute, actuellement, 30 millions valant 75 millions de francs. Leur exportation en fromage s'est élevée de 25 millions de kilos en 1870 à 90 millions en 1880, de 68 à 108 millions de francs.

Par ailleurs, la France qui, de 1855 à 1864 inclus, n'importait, année moyenne, que 6,073,451 kilos de fromages contre une exportation, moyenne aussi, de 2,226,456 kilos, soit net 3,846,995 kilos, arrivait à en importer, en 1886, 17,133,248 kilos, contre 4,511,661 kilos exportés, soit net 12,621,587 kilos, pour le seul commerce spécial. N'y a-t-il pas là quelques symptômes graves et n'y a-t-il pas à redouter, dans un avenir plus ou moins proche, une inondation nouvelle par-dessus l'Atlantique? Et le mieux ne serait-il pas de la prévoir et de s'organiser pour la repousser, ou du moins de se mettre en mesure de lutter à armes aussi égales que possible? Le temps n'est plus où (en 1876) M. le docteur Bousson, devenu, deux ans plus tard, directeur de l'École de fromagerie de Champvaux, pouvait écrire : « Dans nos fromageries, même les plus renommées, *on écrème plus de la moitié* du lait avec lequel on fabrique le fromage. Il est certain que, dans ces conditions, on obtient *d'excellents produits*, et que les sociétaires tirent avantage de cette manière de faire. Quelques fruitiers *n'écrèment qu'un cinquième du lait* qu'ils transforment en fromage; *ils agissent ainsi au détriment des sociétaires.* » (*Conférences agricoles*, Maréchal, Poligny, 1876, p. 64.)

IV

Voici une ancienne province de notre vieille France, la Franche-Comté : elle est aujourd'hui partagée entre quatre départements (Doubs, Haute-Saône, Jura, Ain) qui comprennent ensemble 60,000 hectares de vignes produisant, en moyenne, 1 million d'hectolitres de vin par an, soit un revenu brut de 25 millions de francs,

menacé de disparaître, par le fait du phylloxéra, dans un délai plus ou moins éloigné. Le territoire en grande partie accidenté de ces départements comporte, au moins, 280,000 hectares de pâturages montagneux (altitude 250 à 1,400 mètres), que la vache laitière peut, à peu près seule, utiliser; et voilà que la concurrence internationale vient encore menacer leur industrie laitière, cette autre source de production qui représente pour eux un revenu annuel de 25 millions de francs aussi. C'est là une situation capable d'émouvoir, si l'on parvient à l'en convaincre, le routinier le plus invétéré ou le fruitier le plus arriéré.

Et puisque l'on semble, en ce moment, vouloir entraîner dans la voie du progrès l'industrie laitière de la Comté, il ne nous paraît pas oiseux de dresser le bilan actuel afin de déterminer son point de départ. Ce serait chose aisée, si on le souhaitait, au moyen d'une simple enquête préfectorale analogue à celle qui s'est effectuée dans les quatre départements comtois en 1872-1873. Dans le Doubs, cette enquête s'était effectuée déjà et s'est continuée depuis, par les soins de la Chambre de commerce de Besançon et de la Société départementale d'agriculture, en 1841, 1846, 1851, 1854, 1859, 1866, 1873, 1882.

On nous objectera peut-être que ce but se trouve atteint par la statistique officielle pour 1882, qui a été publiée en 1887; nous répondrons d'abord que six ans ont déjà passé sur les chiffres qu'elle enregistre et qu'ensuite le désaccord complet qu'elle présente pour les résultats constatés simultanément, à la même date, pour le même département du Doubs, avec l'enquête soigneuse de la Chambre de commerce et de la Société d'agriculture, ne nous inspire pas, pour les autres départements comtois, une aveugle confiance. Aussi, dans l'étude qui va suivre, mettons-nous en présence, autant que possible, les chiffres fournis par les enquêtes et ceux de la statistique officielle.

Doubs. — Dans le département du Doubs, les enquêtes sur l'industrie fromagère ont été faites par les soins de la Société d'agriculture et contrôlées par MM. Paul Laurens et A. Gauthier, présidents de cette société, animés pour tous les progrès agricoles d'un zèle non moins persévérant qu'éclairé. Le tableau VI donne les résultats comparatifs de ces enquêtes.

Le poids de fromages fabriqués s'est donc progressivement et régulièrement élevé, et incontestablement aussi, avec lui, le revenu

en argent, jusqu'au moment (1878) où la crise a commencé. Et, ce qu'il y a de plus frappant peut-être, durant cette période de plus de trente-deux ans, c'est que le nombre des vaches en fruitières

TABLEAU VI.

ANNÉES.	KILOS de fromages produits[1].	PRIX des 100 kilos.	VALEUR en fromages.	KILOS de beurre produits.	PRIX des 100 kilos.	VALEUR du beurre produit.	VALEUR totale en fromage et beurre.
	Kil.	Fr.	Fr.	Kil.	Fr.	Fr.	Fr.
1841.	3.453.736	100	3.453.736	....	....	....	....
1859.	4.810.938	123	5.917.453	....	....	....	....
1866.	4.977.771	120	5.973.325	[2]	[2]	[2]	[2]
1873.	5.067.530	149	7.550.620	546.757	238	1.302.155	8.852.775
1882.	5.159.143	130	6.706.886	544.410	240	1.306.584	8.013.470

TABLEAU VII.

ANNÉES.	NOMBRE de vaches en fruitières.	PRODUIT ANNUEL PAR VACHE EN FRUITIÈRES, PRODUITS EN ARGENT.					
		Lait.	Fromages.	Fromages.	Beurre.	Beurre.	Produit total.
		Litres.	Kil.	Fr.	Kil.	Fr.	Fr.
1859.....	40.879	1.300	118	145.14	10.400	23.40	168.54
1866.....	37.341[3]	1.474	134	160.80	11.792	27.12	187.92
1873....	39.039	1.430	130	193.70	11.440	27.23	220.93
1882.....	37.937	1.496	136	176.80	11.968	28.72	205.52

1. Ces chiffres se trouvent complétés par les suivants quant à la production des fromages :

	Kilos.
1846 (enquête de la Société d'agriculture du Doubs)............	3.603.000
1851 (enquête de la Chambre de commerce de Besançon, 1883)..	4.810.938
1851 (enquête de la Société d'agriculture du Doubs)............	4.835.217

2. M. Pouriau (*De l'Industrie laitière*, p. 25) fournit d'après M. Paul Laurens les chiffres que voici :

Beurre produit..	622.882 kilos.
Qui, à 250 francs pour 100, donneraient.................	1.577.205 francs.

Ce qui porterait le produit total en beurre et fromage, à 7,550,530 francs.

3. L'*Annuaire du Doubs et de la Franche-Comté* (1867) indique, pour cette même année, 40,421 vaches.

semble avoir simultanément et progressivement diminué. Il en faut conclure que le produit en lait, par tête, s'est accru, et en même temps, le rendement de ce lait en fromage et en beurre. Complétant les renseignements fournis par le rapport (1883) de la Chambre de commerce de Besançon, au moyen de ceux publiés par M. Pourian (*De l'industrie laitière*, p. 24-25), nous sommes arrivé, en effet, à dresser le tableau précédent (tableau VII) :

Constatons enfin que le nombre des fruitières avait suivi, pendant ce temps, la progression que voici : 573 en 1841, 640 en 1859, 524 en 1866, 539 en 1873 et 532 en 1882. Il ne faudrait pas voir là un signe absolu d'abandon de notre industrie sociétaire, mais bien plutôt, souvent, un indice de progrès. Il est bien vrai, qu'à la suite de l'invasion allemande, des réquisitions de bétail, des ravages du typhus, un certain nombre de fruitières ont dû disparaître, au moins momentanément; mais, depuis lors, elles ont pu et dû se relever pour le plus grand nombre; pour les dernières années, la diminution provient certainement de la fusion, en une seule, de deux ou un plus grand nombre de fruitières établies dans un même village, et il est à souhaiter de voir s'achever ce mouvement, partout où il est possible, une grande fruitière produisant meilleur et à plus bas prix que deux petites, parce qu'elle opère plus rapidement, sur de plus fortes quantités de lait, avec un laitier mieux payé mais plus habile, et avec de moindres frais généraux.

Rapprochons maintenant les chiffres de cette enquête départementale, effectuée sans parti pris par des gens désintéressés et compétents, de ceux recueillis, pour la même année, par la statistique officielle, par les soins des maires, des secrétaires de mairies, on des membres des syndicats de fruitières, les uns indifférents et crédules, les autres méfiants et soupçonneux peut-être.

	Enquête départementale 1882.	Statistique officielle 1882.
Production en fromages	5.159.143 kilos.	4.635.879 kilos.
Prix moyen des 100 kilos	130 francs.	124 francs.
Valeur en argent de la production	6.706.886 francs.	5.748.490 francs.
Production en beurre	544.410 kilos.	510.743 kilos.
Prix moyen des 100 kilos	240 francs.	234 francs.
Valeur en argent de la production	1.306.584 francs.	1.195.139 francs.
Production totale en argent (beurre et fromage)	8.013.470 francs.	6.943.629 francs.

Enfin, tandis que l'enquête signale, pour 1882 toujours, 532 frui-

tières, la statistique officielle n'enregistre que 398 fruitiers. Ainsi cette dernière indique, relativement aux chiffres de l'enquête, une diminution dans la production des fromages, de 523,264 kilos et 958,396 francs, et dans celle du beurre de 33,667 kilos et 111,445 francs, soit une diminution de 1,069,841 francs sur le revenu total.

Jura. — Moins favorisé pour le département du Jura, nous ne possédons, sur son industrie fromagère, aucun document postérieur à 1871, c'est-à-dire à l'enquête faite par le préfet, à la demande du ministre de l'agriculture, et dont M. Pouriau a publié les résultats en 1873 (*De l'industrie laitière*, p. 1 à 15). Comme points de comparaison antérieurs, nous n'avons que les chiffres donnés pour 1852 en 1858 par le frère Ogérien (*Hist. nat. du Jura*, t. III, p. 87), comme extraits d'une statistique plus ou moins officielle; nous réunissons les uns et les autres dans ce tableau comparatif.

	1852.	1858.	1871.
Nombre de vaches en fruitières.....	55.939	50.686	47.240
Nombre de fruitières...............	395	466	517
Nombre de fruitiers................	» »	» »	563
Kilos de fromages fabriqués........	5.281.529 kil.	4.840.106 kil.	3.957.993 kil.
Prix des 100 kil. de fromages......	93 fr.	93 fr.	129 fr.
Valeur de la production en fromages.	4.836.427 fr.	5.465.637 fr.	5.744.153 fr.
Kilos de beurre fabriqués...........	» »	» »	1.113.185 kil.
Prix des 100 kil. de beurre.........	» »	» »	180 fr.
Valeur de la production en beurre..	» »	» »	2.003.633 fr.
Production totale (beurre et fromage).	» »	» »	7.747.836 fr.

Il est bon de faire remarquer que l'année 1871 a été calamiteuse à tous égards, et que, calculant les produits ci-dessus indiqués aux prix qu'ils avaient recouvrés en 1873, on arriverait à un revenu total de 8,796,638 francs, ne tenant toujours compte, bien entendu, et ainsi que nous l'avons fait jusqu'ici, que de la fabrication des gruyères et des beurres de fruitières. C'est-à-dire que, presque à la même époque (1871-1873), le département du Jura obtenait un revenu à peu près d'un million inférieur à celui du Doubs, en argent; inférieur de deux millions et demi de kilos en fromage, mais plus que double en beurre; ce dernier chiffre, on le comprend de reste, ne constitue pas au Jura une supériorité, quant à la qualité de ses fromages; et on est généralement d'accord pour reconnaître, à cet égard, la prééminence du Doubs.

D'après MM. Paul Laurens et Pouriau, en effet, on ne prélèverait

dans le Doubs que 1 kilog. de beurre par hectolitre ou 100 kilos de lait; tandis que, dans le Jura, on prélève 2k,250 de beurre pour la même quantité de lait (Pouriau, *Industr. lait.*, p. 25-13).

On voit que, dans le Jura comme dans le Doubs, mais d'une façon plus régulièrement tranchée encore, le nombre des vaches en fruitières diminuerait progressivement et aussi le produit moyen par tête, ce qui n'impliquerait pas une marche en avant; ainsi le produit en fromage par tête de vache était de 94k,380 en 1852, de 97k,500 en 1858, et de 92k,900 en 1871.

Quant aux chiffres de la statistique officielle de 1882 nous les résumerons comme suit, pour ce département :

Production en fromages	5.382.074 kilos.
Prix des 100 kilos de fromages	123 francs.
Valeur en argent des fromages produits	6.119.951 francs.
Production en beurre	958.645 kilos.
Prix des 100 kilos de beurre	220 francs.
Valeur en argent du beurre produit	2.109.019 francs.
Valeur totale en argent de la production en beurre et fromage	8.728.970 francs.

Ce dernier chiffre dépasse de 1,785,341 francs celui que la même statistique attribue au Doubs, résultat qui, vu les situations antérieures et respectives, nous paraît bien difficile à admettre. Le Jura accroissant en dix ans sa production fromagère de 1,424,081 kilos et diminuant sa production beurrière de 154,540 kilos, arrivant en même temps à la quantité et à la qualité, est un résultat que je souhaite, plus que je n'y ajoute foi.

Ain. — Quant au département de l'Ain, il n'arrive qu'en troisième ligne dans l'industrie du gruyère. D'après une enquête préfectorale de 1872, il posséderait 538 fruitières, produirait 920,324 kilos de fromages qui, à 130 francs p. 100, représenteraient une valeur de 1,196,421 francs; plus 258,840 kilos de beurre qui, à 180 francs p. 100 vaudraient 465,912 francs ou ensemble 1,662,333 francs.

La statistique officielle de 1882 indiquerait encore pour ce département un merveilleux progrès dont nous appelons de tous nos vœux la confirmation. La production en fromages de gruyères aurait atteint, en effet, le chiffre de 1,969,562 kilos qui, à 120 francs p. 100, représentent 2,363,475 francs, joignons-y 335,711 kilos de beurre à 220 francs, soit 738,564 francs, et nous arrivons au chiffre total de 3,102,039 francs, presque double de celui de 1872, malgré

une baisse de prix de 10 francs par 100 kilos. La marche générale des choses, la baisse de prix des produits végétaux et notamment des céréales, la destruction par le phylloxéra de la plus grande partie du vignoble, expliquent bien en partie, mais non suffisamment, selon nous, la multiplication du bétail et l'extension de l'industrie laitière. Le nombre des fruitiers recensés ne serait que de 202.

Haute-Saône. — D'après l'enquête préfectorale de 1872, ce département ne produisait alors que 56,500 kilos de gruyères à 120 francs, soit 67,800 francs et 12,000 kilos de beurre à 200 francs ou 24,000 francs, soit ensemble 91,800 francs. A dix ans de distance, la statistique officielle indiquerait, s'il faut y ajouter foi, une décadence de cette industrie ; la production en gruyères serait de 61,800 kilos à 94 francs ou 58,092 francs, et celle en beurre de 6,200 kilos seulement, à 230 francs, ou 14,260 francs, soit ensemble 72,352 francs. Le nombre des ouvriers fromagers ne serait que de dix.

Continuons notre étude comparative et groupons, sous une autre forme, l'ensemble des chiffres ci-dessus ; nous obtiendrons alors, pour les deux périodes décennales (1871-73-1882) le résumé suivant :

TABLEAU VIII.

DÉPARTEMENTS.	ENQUÊTES PRÉFECTORALES 1871-1873.			STATISTIQUE OFFICIELLE POUR 1882.		
	Produit en fromages.	Produit en beurre.	Produit total.	Produit en fromage.	Produit en beurre.	Produit total.
	Kil.	Kil.	Fr.	Kil.	Kil.	Fr.
Doubs (1873)........	5.067.530	546.757	8.852.775	4.635.879	510.743	6.943.629
Jura (1871)..........	3.957.903	1.113.185	7.747.786	5.382.074	958.645	8.928.970
Ain (1872)..........	920.324	258.840	1.662.333	1.069.562	335.711	3.102.039
Haute-Saône (1872)..	56.500	12.000	91.800	61.800	6.200	72.352
Totaux.........	10.002.347	1.930.822	18.354.694[1]	12.049.315	1.811.299	19.046.990[2]

En admettant le chiffre de 1882, si l'on souhaite avoir l'état complet de l'industrie des fromages de gruyères en France, à cette date, il faut y joindre d'après la même source :

1. Dont 18,354,694 francs pour les fromages et 3,795,700 francs pour les beurres.
2. Dont 15,090,008 francs pour les fromages et 4,046,982 francs pour les beurres.

TABLEAU IX.

DÉPARTEMENTS.	PRODUIT en fromages.	VALEUR en argent.	PRODUIT en beurre.	VALEUR en argent.	PRODUIT total en beurre et fromage.
	Kil.	Fr.	Kil.	Fr.	Fr.
Basses-Alpes	5.225	6.685	1.430	2.717	4.147
Hautes-Alpes........	27.894	38.215	3.652	7.669	45.884
Ariège	7.959	13.292	1.222	2.542	15.834
Haute-Garonne......	7.000	8.890	1.000	2.400	11.290
Isère................	14.400	15.120	2.499	5.848	20.968
Haute-Marne........	8.500	13.725	1.200	2.580	16.305
Basses-Pyrénées.....	12.258	18.099	1.492	2.984	21.933
Hautes-Pyrénées	29.308	46.893	8.390	20.388	67.281
Savoie..............	712.374	790.735	116.515	250.507	1.041.242
Haute-Savoie........	742.739	866.079	141.572	314.290	1.180.369
Totaux.........	1 565.157	1.818.633	278.972	611.925	2.425.303

De telle façon que l'industrie qui nous occupe produirait annuellement en France 13,614,472 kilos de fromage valant 20,173,327 francs et 2,090,271 kilos de beurre valant 4,407,625 francs, soit réunis, 24,580,952 francs.

Ajoutons que, à notre connaissance, deux autres départements, les Alpes-Maritimes et la Drôme, s'occupent, depuis 1887, d'organiser cette même industrie dans la partie montagneuse de leurs territoires; le premier pour la production du gruyère, du parmesan et du gorgonzola, le second pour celle du gruyère et de toute autre espèce; et que, depuis trois ou quatre ans, abandonnant en partie l'industrie du beurre, les cultivateurs de la vallée de la Brevenne, Saint-Laurent de Chamousset, etc. (Rhône) ont établi des laiteries sociétaires et fabriquent des fromages de Gruyère, Roquefort, Camenbert, Brie. etc.

V

Ce n'est pas d'hier que des esprits éclairés et désintéressés critiquent l'organisation et les pratiques de nos fruitières comtoises. L'un des premiers, M. Max Buchon, un Comtois, publia sur les fro-

mageries comtoises comparées à celles de Gruyère et de l'Emmenthal en 1869, une étude complète, écrite avec non moins de compétence que de verve, et qui reste encore vraie de tous points aujourd'hui. C'est à tort, sans doute, que dès alors il évaluait à 25 millions de francs le revenu brut de nos 1,200 à 1,500 fruitières; mais avec combien de sens et en quel style, à la fois persuasif et enjoué, il combat l'organisation routinière des fromageries jurassiennes, lui opposant celle des fruitières de l'Emmenthal, de Berne, de Fribourg, etc. Avec quelle énergique conviction, il affirme déjà que la qualité du fromage, non plus que celle du beurre, ne dépend pas uniquement des herbages, mais de la bonne et intelligente fabrication et encore de la convenable alimentation du bétail en hiver! Avec quel patriotique courage il flagelle la gloutonnerie des sociétaires « qui sembleraient réellement disposés à ne porter à la fromagerie que de l'eau claire... si on les laissait faire » et qui « prétendent enfoncer l'écrémoire jusqu'à la zone du lait bleu. » Avec quelle prévoyance (les droits d'entrée à nos frontières suisses ayant été, en 1864, abaissés de 16 fr. 50 à 4 francs) il signalait déjà l'effet de la concurrence par les produits helvétiques, jusque dans nos villes de Besançon et de Lons-le-Saunier. « Soyez prudents, disait-il à ses compatriotes, soyez prudents tant que vous voudrez, mais marchez! autrement on vous passera sur le ventre!... Faites ce que je vous dis; en dépit de vos contradictions, que vous le vouliez ou ne le vouliez pas, cela se fera! »

De 1878 à 1881, un autre jurassien, convaincu partisan du principe d'association, M. W. Gagneur, député, publia dans l'*Almanach du bon citoyen*, dirigé par M. Victor Poupin, une série d'études sur l'association domestique agricole, dans lesquelles, après avoir rappelé les critiques déjà faites, il propose divers moyens d'amélioration de notre industrie fromagère : création d'une station laitière, établissement purement scientifique; fondation par actions d'une fruitière modèle où s'opérerait la vérification des données scientifiques, où seraient expérimentés les instruments et les procédés nouveaux; une école pratique et théorique de fromagerie pour former d'habiles fruitiers; groupement des fruitières en syndicats de canton ou d'arrondissement; publication d'un bulletin mensuel destiné à tenir les syndicats au courant des mercuriales et de tous les faits théoriques ou pratiques les intéressant; fondation d'une bourse fromagère, etc. Nous avons dit déjà l'accueil fait à ces idées.

Ailleurs et depuis plus ou moins longtemps, on se montrait plus avisé : depuis 1872, sur les instances de M. de Parieu, ancien ministre, on fondait à Fau (Cantal[1]) la première station laitière établie en France et d'où sont sortis les beaux travaux de M. Duclaux sur le fromage et le lait. Dans le même département, en 1875, M. Maisonobe, président du tribunal civil de Riom et président de la société d'agriculture du Cantal, fondait l'école de fromagerie de Cuelhes qui a rendu et rend encore de si utiles services. En juin, 1878, dans le Jura, un ancien médecin comtois, M. Bousson, fondait à Champvaux avec le quadruple concours de l'État, du département, de la société d'agriculture de Poligny et de la société fruitière, une école de fromagerie qui disparut à sa mort (juillet 1880); cette entreprise, faite dans de déplorables conditions de finances et d'installation, prit à tâche surtout d'améliorer la fabrication du beurre, mais ne put faire que quelques rares élèves. Dans l'Ain, le conseil général et plusieurs agriculteurs éclairés obtinrent le concours de l'administration de l'agriculture pour fonder, en décembre 1882, l'école de fromagerie de Maillat (canton de Nantua) et, en 1884, celle de Ruffieu (canton de Champagne); en 1883, la société départementale avait chargé le professeur départemental d'aller étudier l'industrie fromagère de la Suisse au double point de vue des pratiques, de l'installation et du mobilier; il en est résulté un rapport des plus intéressants, accompagné d'un grand nombre de planches cotées[2].

Entre temps, l'administration des forêts qui, depuis 1866, par les soins d'un de ses inspecteurs, M. Calvet, s'occupait d'organiser dans les départements pyrénéens (Hautes et Basses-Pyrénées, Haute-Garonne, Ariège), les fruitières par associations, afin de parvenir au regazonnement et au reboisement, crut devoir, en 1880, fonder l'école de fromagerie de Calmil, placée sous la direction d'un ancien fruitier, M. Cyrille Munier, devenu contrôleur des fruitières pyrénéennes. Depuis 1875, M. Briot, inspecteur des forêts, chargé du service dit pastoral, s'occupe également d'organi-

1. Le Cantal produit annuellement 4 millions de kilogrammes de fromages, valant 4 millions et demi de francs, et 400,000 kilos de beurre valant 660,000 francs; ensemble 5,160,000 francs (statistique officielle 1882), fromage du Cantal ou de la Guiole.

2. *Rapport à la Société départementale d'agriculture de l'Ain, sur les fromageries et fruitières suisses.* Bourg, imprimerie de Victor Authier, 1884, 72 pages in-8 16 planches par L.-J. Grandvoinnet.

ser, dans les Alpes, des fromageries sociétaires et la fabrication du gruyère. En 1885, de concert avec M. Claude, sénateur des Vosges, fut créée à Saulxures (arrondissement de Remiremont), une école pratique d'agriculture et de laiterie[1], dans le but principal d'améliorer la fabrication du fromage de Gérardmer, ou vulgairement Gérômé. La même année, une école de même genre fut créée à Coigny, près de Prétôt (Manche[2]) en vue d'améliorer la fabrication du beurre, et une autre encore, en 1886, aux Trois-Croix, près de Rennes (Ile-et-Vilaine[3]), pour les jeunes filles, à la suite d'un don fait au département par un membre de la famille de Coëtlogon. Enfin, on vient de créer, tout récemment (juin 1888), à Pontgibaud (Puy-de-Dôme[4]) une école pratique d'agriculture pastorale et de laiterie

Quant au département du Doubs, dont l'initiative paraît avoir été stimulée en 1881 par celle du Jura, il a fait preuve d'efforts plus énergiques et plus persévérants qui viennent de recevoir une récompense inespérée. Dès 1882, avec les ressources fournies par la Société départementale d'Agriculture, par le Conseil général et par l'État, on avait subventionné, chaque année, pour leur permettre d'améliorer leur mobilier industriel, un certain nombre de fruitières, choisies les unes dans la plaine, les autres dans la montagne, qui s'engageaient à perfectionner leur fabrication et recevaient, dès lors, le titre de *fromageries modèles*. On a subventionné, en 1881, les deux fruitières de Fertans (1,000 francs) et de Vernier-Fontaine (1,500 francs); en 1882 les quatre fruitières de Fertans (300 francs), Vernier-Fontaine (700 francs), Pontarlier (1,000 francs) et Liesle (500 francs). En 1883, l'état ayant accordé une subvention de 2,500 francs, on créa cinq nouvelles fruitières-modèles. Une partie de ces primes s'applique à l'achat d'un mobilier amélioré, l'autre à la récompense des meilleurs fruitiers et apprentis. (*Bullet.*

1. Le département des Vosges produit annuellement, 3,300,000 kilos de fromages, valant 4,500,000 francs, et 400,000 kilos de beurre valant 660,000 francs; soit ensemble 5,160,000 francs (statistique officielle 1882).

2. Le département de la Manche produit annuellement plus de un million et demi de kilogrammes de beurre, valant 4,500,000 francs (statistique officielle 1882).

3. Le département d'Ille-et-Vilaine produit annuellement 3,320,000 kilos de beurre, valant 7,900,000 francs (statistique officielle).

4. Le département du Puy-de-Dôme produit annuellement 1,900,000 kilos de beurre, valant 3,215,000 francs, et près de 2 millions de kilogrammes de fromages valant près de 3 millions de francs, ou ensemble 6 millions de francs (statistique officielle).

du minist. de l'agric., 1884, n° 4, p. 378-380, A. Gauthier). Au commencement de l'année 1886, pourtant, la société d'agriculture constatait bien que : « L'initiative des gérants avait réalisé les réformes souhaitées dans diverses localités, mais que beaucoup de fruitières y étaient rebelles, moins par la mauvaise volonté que par ignorance et insouciance; que le but ne serait atteint qu'à une condition, une seule : l'entente entre les fromageries d'une même région pour l'organisation d'une surveillance commune, à l'aide d'un ancien fromager qui visiterait les chalets, contrôlerait la fabrication et classerait les produits suivant leur valeur. » Telle était, en effet, l'organisation projetée, sinon réalisée pour provoquer les progrès de l'industrie fromagère dans le Doubs, lorsque l'un des députés de ce département, M. Viette, fut appelé au ministère de l'agriculture; en 1887, comme député, il avait présenté à la Chambre un très intéressant et très complet rapport sur l'industrie fromagère du Doubs.

Dès longtemps édifié sur la situation de cette industrie vitale et désireux de lui venir en aide, M. le ministre, après avoir par malheur échoué dans son projet de grouper les efforts communs des quatre départements comtois, auxquels se seraient venus joindre ceux de l'État, décida, par arrêté du 19 juin 1888, l'organisation suivante :

1° Création d'une station de recherches et d'études scientifiques sur le lait, à Besançon, sous le titre de station laitière de l'Est, comprenant un directeur, un préparateur et un garçon de laboratoire.

2° Une école de laiterie établie dans une maison avec jardins et prés, acquise par l'État à Mamirolle auprès d'un domaine rural avec vacherie et fruitière appartenant à l'exploitant, et comprenant un directeur, deux professeurs et un chef de pratique.

3° Une fruitière-école établie à Saint-Vit dans une fruitière exploitée par un syndicat à ses risques et périls. D'autres fruitières-écoles pourront être sucessivement établies.

C'est, on le voit, à peu près la réalisation du projet présenté en 1881 par M. Gagneur et nous au conseil général du Jura et dont bénéficie aujourd'hui le département du Doubs.

Un Jurassien, M. Max Buchon a dit que : « Si les Francs-Comtois ont la tête dure et sont difficiles à convertir à une idée quelconque, ils sont très opiniâtres aussi à la défense de celles dont ils se sont faits les champions. » La première partie tout au moins de ce jugement s'est amplement vérifiée dans la question qui nous occupe; il

a fallu sept ans, et sept ans de bas prix relatifs, pour amener la masse à admettre qu'il pourrait bien y avoir décidément quelque chose à faire; il a surtout fallu la conviction profonde, l'ardente prédication, la persévérance obstinée de MM. Gagneur et Poupin, députés; Alph. Ligier de Poligny, Arthur Ligier de Salins, Reverchon d'Audincourt, conseillers généraux, etc., etc.

C'est en novembre 1886 que, une nouvelle commission pour la réforme des fruitières ayant été nommée dans le sein du conseil général, M. Gagneur reprit la question avec le concours de M. Alph. Ligier. A la session d'avril 1887, le conseil adopta un rapport de MM. Muller et de Borde, qui avaient reçu de lui la mission d'étudier la question en Suisse, et proposant de suivre l'exemple du Doubs par des subventions accordées sur les fonds du département et de l'État, à un certain nombre de fruitières qui deviendraient des chalets-modèles; puis à créer une école de fromagerie. M. Alph. Ligier était parvenu à décider les sociétaires de la fromagerie de Poligny (et c'était là le point important et difficile), à confier exclusivement la fabrication du beurre et du fromage au directeur de l'école pour le compte du syndicat. Celui-ci soldait le fromage, fournissait le mobilier actuel et le combustible et n'exigeait qu'une garantie, celle, pour ses fromages, d'un prix de vente au moins égal à celui des autres fruitières du canton.

En décembre 1887, deux membres de la société d'agriculture du Doubs s'abouchèrent avec la commission des fromageries du conseil général du Jura et lui firent des ouvertures sur une création, à frais communs, d'une école de fromagerie destinée à former non-seulement des praticiens, mais aussi des sujets qui, aux connaissances pratiques de la manipulation, joindraient des notions spéciales à l'industrie laitière, mais sensiblement plus étendues: le rôle de ces spécialistes consisterait à inspecter les fruitières, à instruire les fromagers en relevant les défauts de leur fabrication, en les mettant au fait des améliorations successives, en les initiant, au besoin, aux manipulations des divers genres de travail; à contrôler leur travail, à exercer enfin une surveillance incessante sur la qualité des laits fournis aux chalets, et sur l'alimentation du bétail. Voilà, à coup sûr, des inspecteurs qui ne chômeront pas de travail! Ces messieurs pensaient que les fruitières s'associeraient volontiers, dans un certain rayon, en vue de s'assurer le concours d'un tel spécialiste dont la surveillance effective ferait rapidement

disparaître la cause première des fabrications défectueuses, à savoir l'apport trop fréquent de laits impropres à la fabrication du fromage. Ce projet de collaboration interdépartemental paraît avoir échoué en présence du projet de M. Viette; pourtant le département du Jura semble disposé à poursuivre, pour son compte particulier, à l'aide de ressources communales, départementales, et de l'État, la fondation d'une école de fromagerie, à Poligny, station du chemin de fer de Lyon à Bourg.

Le département de la Haute-Saône, qui n'a que de très minimes intérêts engagés dans la question des fromageries de gruyères, subventionne proportionnellement les établissements créés dans le Doubs. Enfin, l'Ain paraît satisfait de ses deux écoles de fromagerie et disposé à s'en tenir là, provisoirement du moins.

A l'étranger, le mouvement progressiste de l'industrie laitière est bien antérieur et beaucoup plus énergique que chez nous; aussi se traduit-il, non pas seulement par les préférences obtenues sur les marchés d'exportation, mais se continue encore par l'organisation de l'enseignement professionnel. En Allemagne, on a fondé, en 1879, l'école de laiterie de Raden (Mecklembourg) dirigée par M. Fleishmann; la société laitière de la Prusse orientale[1] a créée, en 1885, une première école de laiterie à Warnikam, en 1886, une seconde à Louisendorf, en 1887, une troisième à Gumbruen. Citons encore les écoles du même genre établies depuis 1881, l'une à Eckerberg, l'autre à Friedrichsof, près Stettin (Poméranie).

Le délégué français à l'exposition laitière de Munich en 1884, M. Lezé, professeur à l'école de Grignon, constatait : « En Allemagne, la préoccupation assez générale d'imiter nos fromages français, surtout le brie et le camembert, dont le prix de vente est généralement élevé. C'est ainsi qu'on rencontrait plusieurs expositions de camembert provenant de Saxe, du Hanovre, de l'Alsace-Lorraine, et, parmi eux, des produits d'excellente qualité. Mais l'exposition la plus intéressante était celle des fromages cuits, le gruyère, l'emmenthal, qui sont plus exclusivement fabriqués dans l'Allgau. » (*Bullet. du minist. de l'agric.*, 1884, n° 8, p. 832.)

En Suisse, la crise actuelle de l'industrie fromagère était déjà

1. Cette société s'est attachée un instructeur spécial qui voyage sans cesse dans la province, visitant les laiteries et donnant partout ses conseils; il fait des conférences publiques dans les villes de la région, sur divers points de l'industrie laitière, beurrière ou fromagère.

prévue dès 1871, et c'est pour y remédier que l'on y fondait, dès lors, la station de Thoune depuis transférée à Lausanne. (*Schatzmann*, *la station lait*, *Suisse*, *Lausanne-Regamey*, 1882, p. 4.-5.) On a, en outre, créé successivement des écoles laitières (Meiereischulen) théoriques et pratiques; des cours théoriques et pratiques d'une durée de 6 à 10 jours pour les agriculteurs et pour les fromagers; une école d'agriculture et laiterie à la Ruti, près de Berne, des fruitières modèles, des séries de conférences nomades. En 1886, on a établi une station laitière à Fribourg et on s'occupe d'en fonder une autre, centrale celle-là, soit à Berne, soit à Zurich ; en 1887, on a créé, dans le canton de Fribourg, l'école de fromagerie de Treyvaux. En même temps, on instituait des enquêtes et des essais, des cours pour le sociétés de fromagerie, des cours particuliers; on faisait de la propagande par les écrits populaires, on organisait des expositions et des concours, etc.

En Danemark, l'enseignement supérieur (exclusivement théorique) de la laiterie se donne à l'institut agronomique; l'enseignement secondaire (théorique et pratique), dans les dix écoles secondaires d'agriculture (Landboskoler) et dans les soixante écoles primaires supérieures (Folkehöjskoler) où il devient exclusivement pratique. La Suède possède deux écoles supérieures d'agriculture (Ultuna et Alnarp), dans chacune desquelles on a aménagé une école théorique et pratique de laiterie; puis, quatre écoles nationales de laiterie (Bergqvara, Haddorp, Glœstorp et Varplösa); en outre, quelques-unes des écoles pratiques d'agriculture complètent cet enseignement industriel, tant pour les filles (Bergqvara) que pour les garçons.

En Écosse, il y a une douzaine d'années au moins que l'on a organisé un enseignement ambulant pour la bonne fabrication du beurre. En Angleterre, Lord Vernon a créé, dès 1884, l'école de laiterie de Sadbury, puis Lord Westminster, en 1885, celle d'Ashton-Hall, près de Worleston (Chester); en Irlande, outre plusieurs écoles fixes de laiterie, comme celle de Munster, on a organisé, comme en Écosse, l'enseignement ambulant de l'industrie beurrière qui s'est, depuis lors, singulièrement développé, trouvant un excellent débouché en Angleterre même. En Italie, l'administration fondait, en avril 1871, la station royale expérimentale de fromagerie de Lodi, réorganisée en 1881, et qui comprend un enseignement théorique et pratique; en janvier 1883, on commençait l'organisa-

tion, destinée à s'accroître, de fromageries modèles pouvant recevoir des élèves.

Quant aux Etats-Unis d'Amérique et au Canada, ils ont appliqué, eux aussi depuis quinze ans, notre principe d'association dans la production du lait; quant à la transformation, elle s'opére par des procédés industriels qui vont s'améliorant chaque jour. « Dans certains districts, vous rencontrez, cà et là, un grand bâtiment en bois auquel est annexée une étable à porcs, et près duquel court toujours un ruisseau; du premier coup d'œil la fromagerie se trahit aux yeux du connaisseur. En outre, tout est d'une propreté scrupuleuse. De grandes cuves, placées les unes à côté des autres, sont disposées de manière à recevoir le lait qui, après avoir été pesé sur un plateau placé près d'elles, vient s'y déverser. Près de là se trouvent les presses; une annexe du bâtiment renferme la machine à vapeur. C'est cette dernière qui dirige tous les appareils et qui chauffe le lait pendant qu'il est dans les cuves... Tous les ans la qualité du fromage s'améliore et elle devient de mieux en mieux appropriée aux besoins du marché anglais. » (*Clare Read et A. Pell. L'agric. aux États-Unis*, p. 149-181.) Dans le seul état de New-Yorck, dès 1874, on comptait 1,139 laiteries coopératives dans lesquelles plus de 23,000 fermiers apportaient chaque jour le lait de 308,582 vaches, En 1878, les États-Unis exportaient 60,702,000 kilos de fromages et le Canada 20 millions de kilos.

En un mot, plus on se renseigne sur les efforts tentés par la plupart des autres peuples (et par malheur, nous négligeons beaucoup trop cette étude), plus on est effrayé de la concurrence de plus en plus acharnée que rencontreront, davantage chaque jour, nos produits laitiers sur le marché international, si nous ne faisons, comme nos rivaux, tous nos efforts pour en améliorer la qualité et en abaisser le prix de revient. Notre industrie fromagère traverse une crise, cela n'est ni contestable, ni contesté aujourd'hui; elle a commencé en 1878, elle a, jusqu'ici, atteint les prix de vente les plus faibles en 1886; ceux-ci ont donné sur le maximum qui avait été obtenu (en 1877) une diminution de près de 50 p. 100; mais le minimum de 1886 n'est en baisse que de 18,35 p. 100 sur les prix moyens de la période 1878-1887. Nous estimons donc, encore une fois, la crise moins préjudiciable dans le passé, qu'on ne l'a supposé et dit, mais nous la redoutons non moins grave peut-être, et plus prolongée qu'on ne le pense généralement, dans l'avenir.

CULTURE DU BLE

AU

CHAMP D'EXPÉRIENCES DE L'ÉCOLE PRATIQUE DE LA BROSSE

(YONNE)

Par M. G. BARBUT

Professeur à l'École d'agriculture de la Brosse.

L'institution des champs d'expériences a pris en ces dernières années une importance qui va sans cesse grandissant; de tous côtés les agriculteurs se livrent à des recherches dans le but unique d'augmenter pour les diverses cultures, les rendements obtenus jusqu'alors, tout en diminuant dans la mesure du possible les prix de revient.

La valeur des variétés nouvelles, l'influence des engrais appropriés sont autant de facteurs que chacun cherche à résoudre suivant le milieu dans lequel il se trouve placé. Depuis trois ans nous avons disposé, à l'École d'agriculture de la Brosse, une série d'expériences portant tour à tour sur les questions agricoles les plus importantes. Nous allons rendre compte des résultats obtenus dans nos essais de 1888.

Qu'il nous soit permis toutefois, avant d'aller plus loin, d'adresser ici nos sincères remerciements à notre collègue, M. Harteinstein, chef des cultures, qui s'est mis à notre disposition avec une bonne grâce parfaite pour tout ce qui concerne la partie matérielle de nos recherches.

Blé. — Les terrains sur lesquels ont été faits nos essais de blés appartiennent tous les deux à l'ère secondaire, mais tandis que l'un (que nous désignerons par la lettre A) fait partie de la série infracrétacée et est formé par du néocomien ayant donné naissance à de l'argile à lumachelles, contenant quelques cristaux de gypse et quelques fossiles, parmi lesquels les plus abondants sont les *Ostrea* Leymerii, l'autre (B) appartient à la série jurassique et est formé par l'oolithe supérieur ou portlandien.

A l'analyse, ces deux terres nous ont donné :

		Sol.		Sous-sol.	
		A.	B.	A.	B.
(1) Analyse physique.	Cailloux.	8.79	49.35	34.81	72.32
	Terre....	91.21	50.65	65.19	27.68

(2) **Analyse chimique : 100 parties de terre sèche renferment :**

	Sol.		Sous-sol.	
	A.	B.	A.	B.
Azote	0.131	0.141	0.041	0.095
Potasse	0.953	0.731	0.424	0.158
Acide phosphorique	0.056	0.049	0.049	0.075
Chaux	1.400	3.84	3.00	8.00
Fer et alumine	7.900	7.40	8.95	9.10
Acide carbonique	1.78	1.06	6.89	8.26
Matières organiques	8.62	6.80	8.99	12.36
Résidu insoluble	78.4	78.0	70.12	59.28
Matières non dosées	0.257	1.53	1.089	1.635

Nos échantillons ayant été pris dans une épaisseur moyenne de 0^{m},20, cela nous donne comme richesse à l'hectare en principes fertilisants :

	SOL.		SOUS-SOL.		TERRE TYPE.
	A.	B.	A.	B.	SOL.
3)	Kil.	Kil.	Kil.	Kil.	Kil.
Azote	5.240	5.640	1.640	3.800	4.000
Acide phosphorique	2.236	1.980	1.984	3.000	4.000
Potasse	38.120	29.240	16.960	6.320	10.000
Chaux	5.600	153.600	120.000	320.000	200.000

Comme le montre ce dernier tableau nos deux sols sont suffisamment pourvus d'azote et de potasse, mais pauvres en acide phosphorique. Seule la chaux fait défaut dans la terre A, de même d'ailleurs — bien que dans une proportion moindre — que dans le sol B. On peut s'étonner que la chaux ne se trouve pas en plus grande quantité dans cette terre provenant de la décomposition du calcaire oolithique ; M. Risler, dans sa *Géologie agricole*, nous donnera l'explication de cette anomalie apparente. « Dans ces terres, dit le savant géologue, les eaux de pluie dissolvent peu à peu le carbonate de chaux dans la couche supérieure qui est remplie par de l'humus et qui leur fournit beaucoup d'acide carbonique. Les noyaux des grains se découvrent et il finit par rester une terre fine de couleur rougeâtre, ocreuse et souvent pauvre en chaux. » C'est le cas de notre terre B. « Mais, reprend M. Risler, les pierres

(49. 35 p. 100 dans le sol et 72. 32 p. 100 dans le sous-sol de la terre B) auxquelles cette terre se trouve mêlée leur rendent constamment, en se décomposant sous l'influence des gelées d'hiver, la chaux qui tendait à disparaître et les labours profonds peuvent contribuer à cette restitution, en ramenant à la surface les débris de roches oolithiques encore garnies de leurs pellicules calcaires. » Il est évident que, dans le cas qui nous occupe, un défoncement bien exécuté ramènerait à la surface une partie du sous-sol qui, ainsi que le montre notre tableau III, est très riche en chaux.

Cela dit, passons en revue les essais faits par nous.

Variétés de blés. — Tous les agriculteurs connaissent de longue date l'influence d'une bonne semence ; il est inutile de répéter ici les avantages que peuvent procurer des graines bien choisies. Mais au milieu des nombreuses variétés de blés à hauts rendements recommandées durant ces années dernières, il est difficile — pour ne pas dire impossible — de faire un choix convenable sans avoir au préalable, étudié quelques-unes de ces variétés pendant un certain nombre d'années. Ces blés, résultant généralement de sélections bien conduites, peuvent, sans doute, produire dans leur lieu d'origine les rendements élevés que nous voyons annoncés un peu partout, mais ils acquièrent en même temps qu'ils s'améliorent des besoins que nous devons satisfaire sous peine d'échouer dans leur culture : ils s'adaptent au sol et au climat du milieu qui les a vus naître et si nous introduisons d'un coup dans la grande culture, sans essai préalable, quelques-uns de ces blés, nous risquons fort d'en voir un certain nombre, après nous avoir donné de belles récoltes la première année, dégénérer rapidement et tomber parfois à une production inférieure à celle des blés de pays.

C'est pour arriver à déterminer les variétés se comportant le mieux dans notre région que, depuis trois ans, nous en cultivons à la Brosse un nombre assez élevé. En 1887, nos semis ont été faits, pour tous les blés mis en expérience, dans la terre A divisée en carrés d'un are, séparés par des chemins d'un mètre de large. Cette terre avait l'année dernière porté une récolte de betteraves. Nos lignes, orientées du nord au sud, étaient distantes de $0^{m},20$ et chacune d'elles a reçu une égale quantité de semence, de manière à employer pour chaque variété 140 kilos par hectare.

On a semé le 18 octobre.

Tous les soins culturaux, hersages, binages, etc., ont été donnés

en même temps dans tous nos carrés et la récolte — retardée par les intempéries et les froids des mois de juin et juillet — en a été faite le 16 août dernier.

Bien que notre terre nous paraisse suffisamment pourvue de principes fertilisants, nous avons néanmoins ajouté à chaque carré les quantités d'engrais suivantes qui ont été mêlées au sol par le labour de préparation des semailles : $1^k,280$ de superphosphate de chaux, $0^k,400$ de chlorure de potassium, correspondant à une fumure de 20 kilos d'acide phosphorique et 20 kilos de potasse par hectare. Le 27 mars, au moment du hersage du blé, nous avons fait répandre 200 kilos de nitrate de soude par hectare, représentant un apport de 31 kilos d'azote.

Voici les rendements que nous avons obtenus :

TABLEAU I.

VARIÉTÉS DE BLÉ.	RENDEMENTS A L'HECTARE. Grain.	RENDEMENTS A L'HECTARE. Paille.	NOMBRE d'hectolitres.	POIDS de l'hectolitre.	QUALITÉ du grain.
	Quintaux.	Kil.	Hectol.	Kil.	
Blood Red	32	5320	41.30	77.50	B.
Lamed	31.50	4500	40.90	77.00	B.
Svalöf suédois	27.70	5300	36.00	77.00	Méd.
Rouge prolifique suédois.	26.75	5120	34.50	77.50	Méd.
Chiddam à épi rouge	26.35	4300	34.00	77.50	B.
Shiriff square head	26.00	4900	34.00	76.50	Méd.
Dattel	25.75	4860	33.00	78.00	B.
Aleph	23.60	4550	31.50	75.00	M.
Bordeaux	22.60	4100	29.00	78.00	T. B.
Hickling	22.55	4765	30.05	75.00	M.
Poulard d'Australie	21.28	3590	28.00	76.00	T. B.
De Noé	21.00	3560	28.00	75.00	B.
De Flandre	20.27	3800	26.50	76.50	T. B.
Browick	18.75	3075	25.00	75.00	A. B.
De Haie	18.55	3450	24.75	75.00	A. B.
Roseau	15.90	3500	21.50	74.00	M.

Sans doute ces rendements n'ont rien de très extraordinaire, mais cela tient pour une bonne part aux intempéries des mois de juin, juillet et août qui, dans l'Yonne, ont été on ne peut plus défavorables à la récolte du blé et aussi peut-être à ce que nous n'avons pas cherché, comme on n'a que trop de tendance à le faire quand on se livre à des essais de ce genre, à donner à nos carrés d'essais des soins minutieux qu'il eût été impossible d'appliquer en grande

culture. Nous avons tâché au contraire de nous rapprocher le plus possible de la pratique journalière, en n'exécutant que les opérations strictement nécessaires.

Si maintenant nous comparons nos résultats de 1888 à ceux des deux dernières années, nous aurons le tableau suivant, dans lequel la dernière colonne indique la récolte moyenne obtenue de ces variétés pendant cet espace de trois ans.

TABLEAU II.

VARIÉTÉS.	RENDEMENTS A L'HECTARE EN			MOYENNE
	1886.	1887.	1888.	à l'hectare.
	Hectol.	Hectol.	Hectol.	Hectol.
Lamed	31.50	36.50	40.90	36.30
Blood Red	29.00	33.50	41.30	34.60
Rouge prolifique suédois	32.00	36.00	34.50	34.16
Shiriff square head	30.50	36.00	34.00	33.50
Dattel	30.00	36.00	33.00	33.00
Poulard d'Australie	39.00	30.00	28.00	32.30
Chiddam à épi rouge	31.00	30.75	34.00	31.91
Svalöf suédois	29.50	30.00	36.00	31.83
Bordeaux	31.00	32.00	29.00	30.66
De Flandre	27.00	34.00	26.50	29.16
De Noé	27.00	31.00	28.00	28.66
Browick	28.00	26.00	24 75	26.25
De Haie	26.00	21.00	24.75	25.91
Roseau	25.00	30.00	21.50	25.50
Aleph	....	29.00	31.50	....
Hickling	....	....	30.50	....

Avant de tirer de ces essais une conclusion pratique examinons comment chacune de ces variétés s'est comportée à la Brosse, pendant la végétation.

Blood red ou rouge d'Écosse. — Paille forte et rougeâtre, peu élevée ; grain court et renflé, de bonne qualité. Très rustique ; ne craint pas les froids rigoureux ; talle peu. Ce blé ne verse pas, ne se rouille pas, mais il s'échaude facilement. Dans les années froides et humides il se conserve vert pendant longtemps et épie tard (21 juin 1888). Il mûrit tard. A donné 23 et 30 hectolitres chez M. Geste, à Auxerre ; 34 hectolitres chez M. Guichard.

Lamed. — Croisement du blé de Noé et de Bordeaux ; paille un peu plus élevée que celle de ce dernier et moins colorée. Ne craint ni les froids ni l'humidité ; talle peu, ne rouille pas et ne verse pas. Maturité demi-hâtive. A donné 24 et 28 hectolitres chez M. Geste, 30 chez M. Guichard.

Svalöf suédois. — Paille rigide, assez élevée ; ne verse pas ; craint un peu les froids, talle beaucoup. Mûrit tardivement et est assez sujet à l'échaudage.

Rouge prolifique suédois. — Nous vient, comme le précédent, de M. Schribaux. Craint moins les froids intenses que le Svalöf; talle beaucoup, ne verse pas, mais s'échaude bien plus facilement encore que le précédent. Maturité tardive. Ces deux variétés donnent un grain de bien médiocre qualité que la meunerie accepterait difficilement.

Chiddam à épi rouge. — Paille peu élevée et peu abondante; grain rond de bonne qualité. Résiste aux froids et ne verse pas; mûrit de bonne heure et ne s'échaude pas.

Shiriff square head, à épi carré. — Paille peu élevée et très raide, résistant absolument à la verse; ne craint ni les froids ni l'humidité, mais s'échaude très facilement. Talle bien et mûrit un peu tard. Grain de médiocre qualité. A produit à Crécy, chez M. Beauvais, 30 hl. 20.

Dattel. — Croisement du Chiddam à épi rouge avec le Prince Albert. Paille forte, résistant bien à la verse; talle beaucoup et ne craint pas les froids; ne s'est jamais rouillé ni échaudé dans nos essais. Grain blanc de bonne qualité. A produit 27 et 28 hectolitres chez M. Geste.

Aleph. — Donne un grain de très médiocre qualité; a souffert l'an dernier des froids et de l'humidité; s'est rouillé passablement en 1888. Talle moyennement.

Blé de Bordeaux. — Avec le blé de Noé est très employé par les agriculteurs de l'Yonne. Se comporte bien pendant l'hiver, mais a l'inconvénient de se rouiller assez facilement, de même d'ailleurs que le blé de Noé. Il talle assez peu, d'où la nécessité de le semer dru, mais il ne verse que rarement. Il mûrit très bien et de bonne heure dans l'Yonne. A donné chez M. Geste 28 et 32 hectolitres; 30 chez M. Guichard et 37 chez M. Beauvais, à Crécy.

Hickling. — Paille assez élevée et mince; n'a pas versé cette année où nous le cultivions pour la première fois, mais il a souffert de l'humidité et s'est échaudé. Le grain obtenu est mauvais.

Poulard d'Australie. — Supporte bien les froids et ne rouille pas; talle moyennement; mûrit de bonne heure. Il a produit 38 hl. 75 chez M. Guichard. A la Brosse il paraît dégénérer. Son grain est tendre et de très bonne qualité.

Bleu ou de Noé. — Très apprécié de nos cultivateurs, parce qu'il supporte bien nos hivers et qu'il ne verse ni ne s'échaude. Craint cependant les terres trop humides et se rouille assez facilement. Le blé de Noé, comme le Bordeaux, talle peu; il mûrit son grain de bonne heure et ce grain, jaune et bien plein, est très estimé par la meunerie. Chez M. Geste, il a produit 31 et 34 hectolitres.

Browick. — Résiste bien à l'hiver; produit une paille grosse et raide ne versant que rarement. Ce blé talle beaucoup, mais il a l'inconvénient, sous notre climat, de mûrir assez difficilement et de s'échauder. Il dégénère à la Brosse.

De Haie. — Talle peu, est tardif et a versé cette année dans nos collections; il s'échaude d'ailleurs souvent. Son grain est blanc, effilé, d'assez bonne qualité.

Roseau. — S'est mieux comporté chez M. Geste, — où il a produit 26 à 32 hectolitres — qu'à la Brosse. Dans nos carrés il a versé et s'est quelque peu rouillé. Le grain est d'assez médiocre qualité.

Des indications qui précèdent il résulte que les variétés de blé qui, dans l'Yonne, semblent devoir donner des rendements élevés et rémunérateurs sont : 1° le Lamed, auquel cependant il faut reprocher une tendance assez prononcée à faire retour à ses ancêtres; 2° le Blood red; 3° le Shiriff square head; 4° le Dattel; 5° le Poulard d'Australie; 6° le Blanc de Flandre et 7° le Chiddam à épi rouge.

C'est donc parmi ces variétés que les cultivateurs devraient faire leur choix à l'avenir; ce sont tout au moins celles qu'ils devraient essayer de préférence. Nous mettons absolument de côté les deux blés suédois, comme produisant un grain de trop mauvaise qualité.

Et maintenant nous sera-t-il permis de faire remarquer que si, avec les blés de Bordeaux et de Noé qu'emploient nombre de nos cultivateurs, on n'arrive pas à des rendements aussi élevés que ceux produits par les variétés précédentes, cela tient sans doute, pour une bonne part du moins, à ce que la semence est trop souvent choisie sans soins? En effet, ne voyons-nous pas ces blés produire chez un agriculteur distingué, M. Geste, de 28 à 32 hectolitres pour le blé de Bordeaux qui en donne 37 chez M. Beauvais, et de 34 à 35 hectolitres pour le blé de Noé?

Je sais bien que les cultures de M. Geste se trouvent placées dans des terres qu'engraissent depuis longtemps les matières fécales produites par la ville d'Auxerre et que tous les soins culturaux y sont exécutés de façon intelligente, mais qui empêche la majeure partie de nos cultivateurs de donner à leurs blés les mêmes soins, sinon les mêmes engrais? Et d'ailleurs, dans nos essais, n'arrivons-nous pas à des rendements de 30 hl. 66 et 28 hl. 66, rendements bien supérieurs à ceux généralement obtenus, et cela simplement par le choix méthodique de notre semence et par l'emploi d'une petite quantité d'engrais chimiques?

Il faudrait que les agriculteurs prissent l'habitude d'apporter beaucoup plus d'attention qu'ils ne le font d'ordinaire dans la production des grains destinés à être confiés au sol; il faudrait qu'ils suivissent les indications si claires que donnait M. Grandeau, lors du récent Congrès de la meunerie. Nous pouvons les résumer en peu de mots : Prendre dans les champs de blé, au moment de la moisson, les pieds les mieux développés; choisir sur ces pieds les épis les plus beaux; diviser ces épis avec un ciseau en trois parties : une inférieure, une moyenne et une supérieure, et ne prendre comme semence que les grains provenant de la partie moyenne, en

opérant encore sur eux une sélection rigoureuse et éliminant les plus faibles et les moins bien venus.

C'est simple et à la portée de tous et cela pourrait nous dispenser souvent d'avoir recours à des variétés étrangères, que nous connaissons assez mal et qui ne tiennent pas toujours les promesses qu'avaient annoncées — *urbi et orbi* — leurs importateurs.

Influence des engrais.

La question des engrais n'offre pas une importance moindre que celle du choix de la variété à cultiver; de l'emploi judicieux des matières minérales que nous livre le commerce peut, en grande partie, dépendre le succès de toutes les cultures quelles qu'elles soient. Nous avons d'abord essayé de voir quelle était, pour la culture qui nous occupe, la meilleure source d'acide phosphorique. A cet effet, nous avons opéré sur le blé de Bordeaux et le blé de Noé dans nos deux terres A et B. Les doses d'engrais ont été calculées de manière à apporter, pour chaque carré, 50 kilos d'acide phosphorique par hectare, auxquels on a ensuite ajouté 50 kilos d'azote représentés par 323 kilos de nitrate de soude

TABLEAU III.

Numéros des carrés.	Engrais employés.	Quantités à l'hectare.	Prix de la fumure.			
			Acide Phosphorique.	Potasse.	Azote.	Prix total.
		Kil.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.
1.	Phosphate minéral à 29.74 p. 100...	168	10.00	23	81.75	114.75
2.	Superphosphate minéral à 15.67 p. 100.	319	24.20	23	81.75	129.15
3.	Phosphate précipité à 40.29 p. 100..	124	34.72	23	81.75	139.47
4.	Scories à 13.40 p. 100............	373	9.32	23	81.75	114.07
5.	Sans phosphate..................	....	....	23	81.75	104.75
6.	Témoin sans engrais..............	....	....	....	....	......

à 15.5 p. 100 et 50 kilos de potasse provenant d'un chlorure de potassium titrant 50 p. 100.

Les quantités de phosphates employées sont consignées dans le tableau III, de même que le prix de notre fumure, chlorure et nitrate compris.

Pour faciliter les comparaisons tous les chiffres sont rapportés à l'hectare (voy. tableau III).

Voici quels ont été les rendements obtenus :

TABLEAU IV.

NUMÉROS DES CARRÉS.	NATURE DE L'ENGRAIS.	TERRE A.				TERRE B.			
		BLÉ DE BORDEAUX.		BLÉ DE NOÉ.		BLÉ DE BORDEAUX.		BLÉ DE NOÉ.	
		Grain.	Paille.	Grain.	Paille.	Grain.	Paille.	Grain.	Paille.
		Hect.	Kil.	Hect.	Kil.	Hect.	Kil.	Hect.	Kil.
1.	Phosphate minéral......	31.00	4250	29.50	3690	30.25	4300	29.00	3575
2.	Superphosphate.........	35.00	5100	31.20	4330	34.05	4855	32.00	4100
3.	Phosphate précipité.....	30.00	4125	26.00	3600	28.00	4050	28.00	3600
4.	Scories................	33.50	4950	30.00	4225	32.00	4720	31.00	3970
5.	Sans phosphate.........	28.00	3990	25.00	3520	26.00	3875	25.20	3650
6.	Sans engrais............	20.50	3400	18.20	3420	19.20	3250	17.00	3400

Au point de vue du rendement brut, ce tableau nous montre que le superphosphate nous a donné les récoltes les plus élevées : 35 hectolitres et 34 hl. 05 en blé de Bordeaux, 31 hl. 20 et 32 en blé de Noé, tandis que les scories de déphosphoration ne viennent qu'en second lieu, avec des récoltes de 33 hl. 5, 32 et 30-31 hectolitres. Le phosphate minéral arrive en troisième ligne, suivi par le phosphate précipité.

D'ailleurs si nous comparons les résultats obtenus, dans ces quatre premiers carrés, avec ceux du carré 5 n'ayant pas reçu d'acide phosphorique, nous voyons que les rendements ne diffèrent que dans des limites assez restreintes, — de 1 à 7 hectolitres de grain et de 120 à 1,110 kilos de paille en plus, — et même dans la terre B le blé de Noé sans phosphate, arrive à produire 50 kilos de paille de plus que le même blé sur phosphate précipité.

Quel est celui des deux principes, potasse et azote, qui, dans le carré 5, a le plus influé sur la végétation ? Il est impossible jusqu'ici de le dire de façon certaine ; mais, sachant d'une part que

la potasse n'a généralement qu'un effet assez peu sensible sur les céréales et, d'autre part, nos deux sols étant déjà riches en potasse tandis que leur teneur en azote est peu supérieure à la moyenne d'une bonne terre, il est presque certain que l'élément actif a été le nitrate de soude. Nous verrons d'ailleurs plus loin qu'il en a bien été réellement ainsi.

Si, au point de vue du rendement brut, le superphosphate occupe le premier rang dans nos essais, en est-il de même lorsqu'on cherche à établir le produit net donné par chacun des engrais phosphatés? C'est ce que le tableau V va se charger de nous dire. Nous admettrons pour le calcul de ce produit net que les frais de culture (loyer, main-d'œuvre, impôt, travaux, semences, etc.) s'élèvent à 300 francs par hectare et pour chacun de nos essais, ce qui nous semble se rapprocher beaucoup de la réalité. De même nous donnerons au grain une valeur uniforme de 25 francs l'hectolitre, prix qu'en a obtenu l'école pour les deux variétés en expérience, et à la paille une valeur de 4 francs les 100 kilos. Pour ne pas compliquer inutilement ce tableau, nous n'allons établir les comparaisons qu'entre les carrés de la terre A et les résultats que nous obtiendrons pourront très exactement s'appliquer au sol B, ainsi qu'il est facile de le vérifier.

TABLEAU V.

NUMÉROS DES CARRÉS.	NATURE DE L'ENGRAIS.	PRIX DE LA FUMURE.	VALEUR DU GRAIN RÉCOLTÉ.		VALEUR DE LA PAILLE.		VALEUR BRUTE DE LA RÉCOLTE.		VALEUR NETTE.	
			Bordeaux.	Noé.	Bordeaux.	Noé.	Bordeaux.	Noé.	Bordeaux.	Noé.
		Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.
1.	Phosphate minéral..	114.75	775.00	737.50	170	147.60	945.00	885.10	530.25	470.35
2.	Superphosphate....	129.15	875.00	780.00	204	173.20	1079.00	953.20	649.85	524.05
3.	Phosphate précipité.	139.47	750.00	650.00	165	144.00	915.00	794.00	475.53	354.53
4.	Scories............	114.07	837.50	750.00	198	169.00	1035.50	919.00	621.43	504.93
5.	Sans phosphate....	104.75	700.00	625.00	159	140.80	859.00	765.80	454.25	361.05
6.	Sans engrais.......	......	512.50	455.00	136	136.80	648.50	591.80	348.50	291.80

Si nous comparons les quatre premiers carrés avec le n° 5 qui n'a pas reçu de phosphate, mais auquel on a distribué de la potasse

et de l'azote, nous aurons la plus-value en argent qu'il est possible d'attribuer à l'emploi des engrais phosphatés.

	Bordeaux. Fr.	Noé. Fr.
Le carré 1. Phosphate minéral donne un excédent de..	76.00	109.30
Le carré 2. Superphosphate, donne un excédent de....	195.60	163.00
Le carré 3. Phosphate précipité donne un excédent de.	21.28	6.52
Le carré 4. Scories donne un excédent de...........	167.18	143.88

Donc, au point de vue économique, comme à celui du rendement brut, nous voyons que, dans nos essais, le superphosphate occupe le premier rang, suivi de très près par les scories de déphosphoration; quant au phosphate précipité il semble n'avoir pas produit d'action sur nos cultures ou tout au moins cette action a été très faible puisque, pour le blé de Noé, il donne 6fr.52 de moins que le carré sans phosphate.

Engrais azotés. — Nous avons enfin voulu savoir quel était pour le blé le meilleur fournisseur d'azote. Six carrés ont été disposés dans la terre A. Aux carrés 1, 8 et 9 on a ajouté 50 kilos d'acide phosphorique et 50 kilos de potasse.

Carré 1 (tableau IV). Nitrate de soude : 323 kilos, représentant 50 kilos d'azote.

Carré 8. — Sulfate d'ammoniaque (à l'automme), 244 = 50 d'azote.

Carré 9. — Sulfate d'ammoniaque (au printemps), 244 = 50 d'azote.

Carré 10. — 15,000 kilos de fumier de ferme et 200 kilos de nitrate représentant 31 kilos d'azote.

Carré 11. — 15,000 kilos de fumier de ferme et 152 kilos de sulfate d'ammoniaque représentant 31 kilos d'azote.

Carré 12. — 15,000 kilos de fumier de ferme.

Carré 13. — 168 kilos de phosphate minéral et 100 kilos de chlorure sans azote.

Nos essais n'ont porté que sur le blé de Bordeaux; en voici les résultats (voy. tableau VI) :

Comme on le voit dans les deux dernières colonnes, partout où le nitrate de soude a été employé les rendements sont plus élevés qu'avec le sulfate d'ammoniaque : avec la fumure à l'engrais chimique seul, le nitrate l'emporte de 2hl. 5 de grain et 565 kilos de paille sur le sulfate appliqué à l'automme, et de 6 hectolitres et

750 kilos de paille sur ce même sulfate mis au printemps. De même, lorsque nous ajoutons notre azote à du fumier de ferme, nous voyons le nitrate produire 4 hl. 25 et 690 kilos de paille de plus que le sulfate d'ammoniaque.

TABLEAU VI.

NUMÉROS DES CARRÉS.	ENGRAIS EMPLOYÉS.	RÉCOLTE EN		EXCÉDENTS SUR LE CARRÉ SANS AZOTE.	
		Grain.	Paille.	Grain.	Paille.
		Hect.	Kil.	Hect.	Kil.
1.	Nitrate de soude................	31.00	4250	8.60	750
8.	Sulfate d'ammoniaque (automne)...	28.50	3685	6.10	185
9.	Sulfate d'ammoniaque (printemps).	25.00	3500	2.60	......
10.	Fumier et nitrate.................	33.25	4610	10.85	1110
11.	Fumier et sulfate d'ammoniaque...	29.00	3920	6.60	420
12.	Fumier seul.....................	26.35	3540	3.95	40
13.	Sans azote.....................c.	22.40	3500	......	......

Nos 50 kilos d'azote nitrique ont produit un supplément de 8hl. 60 de grain et 750 kilos de paille qui, aux prix déjà indiqués, valent 245 francs.

Les 50 kilos d'azote ammoniacal nous donnent une plus-value de 159 fr. 90.

		Francs.	
Donc 1 kilo d'azote	nitrique nous a donné......	4.90	de bénéfice.
1	ammoniacal................	3.20	—

Si maintenant, sachant que nous avons employé pour 80 fr. 75 de nitrate de soude et 78 fr. 10 de sulfate d'ammonniaque, nous recherchons ce que un franc d'engrais nous a rapporté, nous trouvons que :

		Francs.
1 franc donne :	Sous forme d'azote nitrique............	3.03
	Sous forme d'azote ammoniacal.........	2.05

C'est donc au nitrate de soude qu'il faut donner la préférence

pour fournir aux blés l'azote dont ils ont besoin[1]. Sans doute cette conclusion n'a rien de bien neuf, mais il ne nous déplaisait pas de pouvoir la vérifier par une expérience directe.

Si nous revenons à notre tableau VI, nous constaterons que l'emploi simultané du fumier de ferme et d'un engrais azoté donne de meilleurs résultats que l'emploi isolé de chacun de ces principes fertilisants, ainsi qu'il résulte de la comparaison entre les carrés 1, 8, 10, 11 et 12, mais ici encore c'est le nitrate de soude qui arrive aux rendements les plus élevés. Cette dernière constatation à laquelle nous conduisent nos essais se trouve être en concordance parfaite avec les résultats obtenus à plusieurs reprises par M. Dehérain, à Grignon, résultats à la suite desquels ce savant agronome a cru devoir recommander comme fumure de blé l'emploi simultané du fumier et du nitrate.

BIBLIOGRAPHIE

Géographie économique de la France, par M. MARCEL DUBOIS, maître de conférences à la Faculté des lettres. Paris, G. MASSON. — Le nouveau livre que publie M. Dubois est, comme ses aînés, destiné aux élèves de l'Enseignement secondaire spécial. Mais à notre avis les maîtres non moins que les écoliers trouveront profit à sa lecture. Il se distingue en effet des nombreux ouvrages analogues par la méthode d'après laquelle il est composé. Ce Manuel est d'une lecture attrayante. M. Dubois est complètement opposé à l'école qui réduisait l'étude de la géographie à celle d'une simple nomenclature. Faire apprendre aux enfants les noms des affluents et des sous-affluents de tel fleuve, ce n'est pas par là enseigner la géographie physique. Ce n'est pas plus enseigner la géographie économique que d'énumérer dans un ordre quelconque tous les districts miniers ou manufacturiers de France.

Il y a en géographie comme dans les autres sciences des idées générales. On doit se servir des faits pour en prouver l'exactitude. On obtient ainsi un ensemble bien plus propre que les énumérations à relever l'attention des élèves et à solliciter leur réflexion.

L'ouvrage de M. Dubois est divisé en trois parties : revision de la géographie physique ; — géographie économique ; — histoire de la colonisation fran-

1. Nos essais semblent donner l'avantage au sulfate d'ammoniaque, employé à l'automne, sur celui répandu au printemps. Néanmoins, comme MM. Lawes et Gilbert ont montré que si le sol renfermait une quantité d'humidité suffisante l'ammoniaque se nitrifiait très rapidement (*Ann. agr.*, t. VIII, p. 430), et que les pluies d'hiver sont abondantes dans l'Yonne, il nous paraît plus prudent de n'appliquer les engrais ammoniacaux qu'au printemps.

çaise. Cette division est logique. Une connaissance très sûre de la géographie physique est la base nécessaire de toute étude économique. Et d'autre part on ne peut songer à développer l'agriculture, le commerce et l'industrie sans penser aussitôt à nos colonies, ces premiers débouchés des produits français. Cependant même dans la section consacrée à la géographie physique M. Dubois n'oublie pas qu'il s'occupe avant tout de la géographie économique. C'est pourquoi lorsqu'il expose par exemple le régime fluvial de la France, il insiste sur l'uniformité du cours de la Seine, ou bien, au contraire, sur l'inconstance de celui du Rhône. Et c'est avec raison, car dans le chapitre relatif au commerce, on concevra aisément en se reportant plus haut l'avantage que présente pour le transport des marchandises le premier de ces fleuves sur le second.

La partie du volume relative à la géographie économique proprement dite comporte quatre sections : agriculture, industrie, commerce, histoire de l'agriculture et du commerce. Dans la section agricole, après quelques considérations générales très judicieuses sur les rapports des différents terrains, du climat, de l'altitude avec l'agriculture, M. Dubois examine successivement les productions et cultures végétales, puis les productions animales en France.

La section intitulée : industrie, comprend trois chapitres : les industries tirées 1° du règne minéral, 2° du règne végétal, 3° du règne animal.

Il en est de même de la section de commerce. On y passe successivement en revue les voies des communications terrestres, c'est-à-dire les routes et les chemins de fer, puis les voies navigables et les canaux, enfin le commerce extérieur et intérieur. Ce dernier chapitre se termine par un paragraphe sur la crise commerciale. Après avoir exposé les causes de cette crise et les systèmes opposés des protectionnistes et des libres-échangistes, M. Dubois conclue qu'il ne faut pas trancher cette discussion par des arguments *à priori;* mais que seules les preuves dues à l'expérience valent en faveur de l'une ou de l'autre théorie. Félicitons l'auteur d'avoir terminé cette section par un historique de l'agriculture, du commerce et de l'industrie. Il n'y a pas de meilleur remède contre les théories pessimistes, qui ne manquent pas aux élèves devenus hommes, qu'un exposé net des progrès plus ou moins rapides, mais continus, accomplis en Gaule depuis bientôt dix-neuf siècles.

C'est également un chapitre d'histoire, la formation de l'empire colonial français, qui commence la partie de l'ouvrage relative aux colonies. Ces vingt pages de résumé réfutent aussi éloquemment que possible les théories qui nous prétendent impropres à la colonisation. Combien grands et nombreux ont été les efforts de nos ancêtres pour s'établir, il y a tantôt quatre siècles, sur toutes les côtes de tous les continents, il est aisé de s'en convaincre en lisant ce chapitre de l'ouvrage de M. Dubois.

En résumé l'impression que laisse ce livre est celle de la quiétude et de la confiance. Quand on a passé en revue sous la conduite de l'auteur les richesses de cette vieille terre de France inépuisable et les richesses non moins considérables de ses colonies dont l'exploitation est encore dans l'enfance, on ne peut qu'envisager l'avenir avec tranquillité. C'est également ce sentiment qu'éprouveront los èves. Et il ne peut y en avoir de préférable pour de jeunes esprits.

H. D.

REVUE DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES.

Physiologie végétale.

Les bactéries des tubercules des Légumineuses, par M. M.-W. BEYERINCK[1]. — Ce mémoire, assez étendu et accompagné d'une planche, a paru en même temps que celui de M. Prazmowski[2]. Tandis que ce dernier auteur s'est occupé surtout des filaments muqueux qui traversent le jeune tissu à bactéroïdes, et qu'il considère comme le plasmodium d'un myxomycète voisin du *Plasmodiophora*, M. Beyerinck déclare que ces filaments, riches en chromatine, ne sont autre chose que les restes de tonnelets nucléaires incomplètement rétractés dans les noyaux-filles et prête par conséquent toute son attention aux bactéroïdes mêmes, que M. Prazmowski avait singulièrement négligés et pris pour des esclaves, indépendantes et susceptibles de multiplication, du plasma du champignon. M. Prazmowski inclinant à croire que les bactéroïdes peuvent servir à la multiplication du parasite, les deux auteurs se trouvent d'accord à ce sujet, mais il faut avouer que pour tout le reste les divergences sont telles qu'une solution prochaine du problème ne paraît guère probable. Soit dit pour notre consolation : les tubercules des racines des Légumineuses sont décidément des sortes de galles nées à la suite de l'infection par un organisme étranger. Seule la nature et l'histoire de cet organisme demeurent obscures.

Les tubercules sont morphologiquement des racines, comme M. Cornu l'avait déjà reconnu en 1878, mais d'une structure particulière, en ce sens qu'elles renferment plusieurs cylindres centraux occupés par un faisceau monarche ou diarche. M. Van Tieghem a donné tout récemment à ces racines le nom de racines polystéliques. Les petits cylindres centraux, d'ailleurs ramifiés, cheminent dans une couche de tissu hyalin située entre l'écorce et le tissu central à bactéroïdes. On sait que les radicelles naissent suivant un certain ordre sur la racine-mère, en files longitudinales. Les tubercules obéissent à cette loi, mais il est à remarquer qu'ils se forment ordinairement près de la base d'une racine latérale, parce qu'il existe là une ouverture qui traverse l'écorce de la racine-mère et permet aux bacilles de pénétrer jusqu'au tissu rhizogène.

Les bactéries, parvenues dans les tissus, perdent plus ou moins leur vigueur; elles s'affaiblissent exactement comme certaines bactéries observées dans les tissus animaux. Quant aux tubercules eux-mêmes, il y a lieu d'énumérer d'abord les faits suivants :

1° Les tubercules traversent deux phases, celle du développement et celle de l'épuisement.

2° Pendant le développement les bactéries qui ont pénétré dans les cellules sont plus ou moins englobées par le protoplasma, perdent petit à petit leur énergie vitale et finissent par se transformer en bactéroïdes, incapables de s'accroître. Les bactéries, au contraire, que le protoplasma n'a pas enfermées conservent la propriété de s'accroître.

1. *Bot. Zeit.*, 1888, n°s 46-50.

2. Le résumé du mémoire de M. Prazmowski paraîtra dans le prochain fascicule des *Annales*.

3° L'épuisement peut avoir lieu de deux manières différentes : la plante nourricière vide le tubercule à son profit ou bien il y a envahissement complet par les bactéries. Dans le premier cas, les bactéroïdes ne laissent que des corpuscules particuliers, de même forme, très réfringents, ou des corpuscules semblables aux microsomes, et qui, de même que les bactéroïdes eux-mêmes, sont incapables d'accroissement; dans le second, il croît à côté d'innombrables individus du *Bacillus radicicola* faciles à cultiver, des bactéroïdes vésiculeux privés d'accroissement.

4° Le développement des tubercules peut s'arrêter à chacun des divers stades; ils passent à l'état de repos ou s'épuisent.

Ces quelques remarques préliminaires vont nous faciliter l'intelligence des observations de l'auteur.

Les bactéroïdes sont des corpuscules albuminoïdes de forme définie provenant d'individus d'une bactérie que la plante nourricière cultive pour en faire une réserve d'albumine. Des organismes étrangers se trouvent donc transformés en des organes du protoplasma de la plante nourricière.

On distingue les formes : (*a*) rameuse à deux ou trois ou plusieurs branches; (*b*) en bâtonnet; (*c*) en poire, qui sont décrites dans le travail de M. Prazmowski. Quoiqu'ils existent peut-être dans toutes les cellules des tubercules et même dans l'écorce et l'épiderme de la racine normale, le tissu à bactéroïdes est leur siège principal. Les parois cellullaires de ce tissu sont tellement délicates qu'elles s'affaissent après l'évacuation du contenu. Les bactéroïdes sont logés dans le plasma pariétal de ces cellules et lorsqu'ils sont rameux ils se disposent de manière à décrire un réseau très régulier.

Jamais les tubercules ne naissent dans un sol stérilisé, il faut que la racine ait été inoculée avec le *Bacillus radicicola* qui ne forme pas de spores et meurt au-dessous de 100 degrés. Ce bacille est aérobie, mais semble se contenter d'une assez faible tension de l'oxygène. On peut le cultiver sur la décoction de tiges de pois ou de fèves avec 7 p. 100 de gélatine et 0.25 p. 100 d'asparagine. Malgré les apparences diverses que l'organisme peut présenter dans les cultures, l'auteur pense qu'il s'agit d'une seule et même espèce; d'un côté, en effet, on peut obtenir des formes diverses provenant d'un même tubercule et d'un autre côté les formes actives peuvent être les mêmes dans les tubercules de provenance diverse; ensuite toutes les différences et formes observées dans une colonie disparaissent quand on cultive le bacille dans une solution nourricière.

La grandeur des colonies obtenues par la culture permet de prévoir la forme des bacilles. Plus elles sont étendues, c'est-à-dire plus elles sont vigoureuses et plus la forme des individus se rapproche de la forme normale des bacilles, plus elles sont petites, plus la forme bactéroïde ramifiée domine.

La cause de l'inégal développement des colonies réside dans la durée du séjour que les bactéries ont fait à l'intérieur du protoplasma de la plante nourricière. Les bacilles extraits des très jeunes tubercules de fève donnent des colonies plus grandes; on obtient au contraire des éléments bactéroïdes en puisant dans les zones internes du méristème du tubercule et les colonies sont plus petites.

Occupons-nous d'abord du cas assez compliqué des *Vicia*, *Ervum*, *Trifo-*

lium, *Pisum*, *Medicago*, *Genista* et *Melilotus*, où les bactéries prennent dans les tubercules la forme bizarre de bactéroïdes rameux. Sur la gélatine préparée avec la décoction de tiges de fèves, le bacille forme des colonies plus ou moins liquides, hyalines ou troubles, hémisphériques, de grandeur variable. Les grandes colonies très liquides consistent en un mélange de bâtonnets et de petits organismes motiles; les bâtonnets recherchent l'oxygène au bord de la préparation; ils mesurent environ 4-5 μ de longueur sur 1 μ d'épaisseur; les autres, qui traversent la préparation dans tous les sens, sont peut-être les organismes les plus petits qui aient jamais été décrits, 0.9 μ de long sur 0.18 μ d'épaisseur : les vibrions du choléra ont 1.5 μ sur 0.4, les bacilles de la septicémie des souris 1μ sur 0.2, ceux du rouget des porcs 0.6 μ sur 0.20. L'épaisseur du premier anneau de Newton, dans l'extrême rouge, étant de 0.161 μ et dans l'extrême violet de 0.1015 μ (le quadruple de la longueur d'onde correspondante), ces organismes qui sont nécessairement un peu plus plastiques peuvent passer dans des trous qui ne sont pas plus larges que l'épaisseur du premier anneau de Newton, et peut-être traverser la membrane des cellules du péricambium sans occasionner une lésion quelconque. Leur forme paraît être celle des bactéroïdes, triangulaire ou globuleuse-triangulaire; leur cil unique, apparent seulement par les mouvements qu'il imprime aux corpuscules inorganiques suspendus dans l'eau, est attaché à l'extrémité postérieure; leurs mouvements, enfin, dépendent de la présence de l'oxygène et s'arrêtent presque subitement lorsqu'on remplace ce gaz par l'acide carbonique ou l'hydrogène.

Si nous examinons maintenant une des petites colonies à végétation peu active, nous y trouvons tous les passages entre les bâtonnets ordinaires et les bactéroïdes, ceux-ci rarement bien développés, et à côté de ces formes, les petits organismes motiles.

Dans les genres *Phaseolus*, *Ornithopus*, *Lotus*, *Caragana*, *Cytisus*, *Robinia* et *Lupinus*, les bactéroïdes ont plutôt la forme simple des bactéries. Dans ce cas la seule différence entre les cultures et le contenu des cellules du tissu à bactéroïdes est la présence des organismes motiles dans les premières; même ces organismes motiles sont moins distincts des bactéries.

De nombreuses expériences ont démontré que le *Bacillus radicicola* ne provoque ni fermentation, ni oxydation, ni réduction, qu'il n'agit pas sur le salpêtre, l'indigo et le bleu Coupier, qu'il dégage de l'oxygène en abondance dans l'eau oxygénée, qu'il ne forme pas de spores, que la congélation et la dessiccation ne le tuent pas, qu'on le tue au contraire avec certitude en portant les solutions nourricières à 60 ou 70°.

L'auteur est d'avis que tous ces organismes, de quelque provenance qu'ils soient, appartiennent à la même espèce dans laquelle il convient d'établir des variétés dénommées d'après les plantes légumineuses dans lesquelles elles vivent.

Nous avons dit en quoi consiste la divergence d'opinion entre M. Prazmowski et M. Beyerinck. Il est donc intéressant d'insister un peu sur la manière dont se forment les bactéroïdes et les filaments muqueux (les hyphes de M. Prazmowski) dans les tubercules. Les jeunes cellules du méristème des tubercules renferment un noyau normal, plus tard on n'aperçoit plus que des tractus irréguliers mucilagineux qui passent d'une cellule à l'autre et qui ne seraient

que le produit des tonnelets nucléaires, à en juger d'après la coloration par l'acide chromique-bleu de méthylène; souvent cette coloration rend les noyaux de nouveau visibles, mais quelquefois la désorganisation gélatineuse les envahit comme le reste. Il n'est pas question dans le travail de M. Beyerinck des agglomérations en grappe de raisin dont parle M. Prazmowski, pour qui les tractus en question représentent le corps végétatif du champignon parasite pénétrant dans les cellules, envahissant le noyau et se substituant même au protoplasma des cellules. Cependant pour M. Prazmowski lui-même les relations entre le plasma du cryptogame et celui de la plante hospitalière ne sont pas claires et peut-être variables dans leur essence.

Au début de leur formation, les bactéroïdes ressemblent aux formes motiles des cultures; comme ils sont très petits, il est difficile de les distinguer des microsomes qu'on ne retrouve pas plus tard dans le plasma. Nous trouvons peut-être ici un nouveau point de contact entre les travaux des deux auteurs, mais nous ne voulons pas y insister, cette partie des recherches étant bien loin d'être claire. L'une des raisons les plus sérieuses sur lesquelles l'auteur s'appuie pour rejeter cette opinion, c'est que les bactéroïdes, observés dans une cellule parfaitement close, peuvent se transformer directement en organismes motiles qui, après avoir quitté le plasma pariétal, se meuvent librement dans la vacuole centrale de suc cellulaire. La transformation des microsomes du plasma d'une Légumineuse en bactéries motiles serait donc un véritable cas d'hétérogénie. Ce raisonnement est une réduction à l'absurde, comme on voit, mais qui ne peut avoir de valeur que s'il est bien démontré que le plasma pariétal appartient bien réellement à la Légumineuse, non au parasite. Ici est actuellement le nœud de la question.

Passons donc et terminons cet article déjà trop long par un aperçu des fonctions que M. Beyerinck attribue aux tubercules des Légumineuses.

Normalement les albuminoïdes des bactéroïdes disparaissent, et il n'est guère douteux qu'ils ne soient enlevés au profit de la plante nourricière, profit d'autant plus grand pour celle-ci que le rapport entre la masse de la plante mère et celle des tubercules sera plus petit. Les herbes en profiteront plus que les arbres, qui d'ailleurs ne forment les tubercules que tardivement et d'une manière irrégulière. Réciproquement, les bactéries trouvent également leur avantage à se loger dans les racines des Légumineuses, notamment lorsqu'elles y pullulent à l'état de bactéries proprement dites, lorsque les tubercules se détruisent et répandent les bactéries dans le sol.

Les tubercules ne sont donc autre chose que des bactério-cécidies.

Reste à savoir d'où viennent les éléments des albuminoïdes accumulés dans les bactéroïdes. Si ces corps proviennent en dernière instance de la Légumineuse elle-même, l'avantage que celle-ci tire de la présence du parasite se trouve singulièrement amoindri, puisqu'il se réduit à « un lieu de magasinage des albuminoïdes ». La graine des Légumineuses montre clairement que ces plantes se passent fort bien de bactéries pour accumuler des albuminoïdes de réserve dans des organes déterminés.

Toutes les expériences faites sur les bacilles cultivés en vue de constater soit l'assimilation de l'azote libre, soit seulement la nitrification des sels ammoniacaux, ont donné des résultats négatifs. Deux choses sont encore pos-

sibles; ou bien l'absorption de l'azote libre est très lente, ou bien le bacille ne peut pas faire ce travail s'il ne vit pas dans la racine de la Légumineuse.

On sait que le protoplasma des plantes supérieures peut régénérer l'albumine avec l'asparagine et les hydrates de carbone. Le *Bacillus radicicola* fait la même chose, mais de plus il forme de l'albumine avec l'asparagine seule, sans hydrates de carbone, fait d'autant plus curieux qu'il ne croît pas, lorsqu'on lui donne comme source d'azote de l'albumine des œufs.

Il semble utile que les organes souterrains, soustraits à l'action de la lumière et ne pouvant pas fabriquer directement les hydrates de carbone, puissent néanmoins transformer l'asparagine en albumine. Les Papilionacées, si élevées en organisation, utilisent pour cela une bactérie distincte entre toutes par ses faibles affinités chimiques, une bactérie aérobie, qui ne produit pas de fermentation, qui ne forme ni acides, ni amides, qui ne donne ni produits d'oxydation, ni produits de réduction, mais qui, même à l'obscurité, se développe rapidement dans l'asparagine, fabrique de l'albumine, croît et respire. Quant au produit accessoire qui doit apparaître en même temps que l'albumine, on n'a pu le trouver. C'est en vain qu'on a cherché l'azote libre, l'oxygène, les oxydes de l'azote, le carbonate d'ammoniaque ou les combinaisons du cyanogène.

VESQUE.

Chimie agricole.

Recherches sur la nutrition azotée des plantes et sur la rotation de l'azote au point de vue agricole, par M. A.-B. FRANK[1]. — Les excellents travaux d'un grand nombre de savants n'ont pas encore pu résoudre le problème des sources de l'azote assimilé par les végétaux. Dans la pratique agricole on considère comme un fait acquis que les plantes cultivées laissent le sol dans un état de richesse plus grand qu'on ne serait tenté de le croire, d'après la différence entre l'azote et l'engrais et celui de la récolte. Les Légumineuses surtout, et parmi celles-ci le lupin jaune plus que les autres, passent pour améliorer le sol.

On enseigne au contraire en physiologie végétale que les plantes ne peuvent utiliser que l'azote combiné et qu'elles sont incapables d'assimiler l'azote libre de l'air. Les expériences classiques de Boussingault ont fait admettre partout qu'il en est ainsi; plusieurs auteurs ont répété ces expériences, aucun n'en a contesté l'exactitude.

Il y a donc là une contradiction qu'on cherche à élucider depuis assez longtemps, et M. Franck lui-même a publié à ce sujet divers articles qu'il fait suivre d'un exposé complet, non seulement des résultats qu'il a obtenus depuis cinq ans, mais encore de tous les faits que les travaux des autres auteurs ont accumulés dans ces dernières années.

L'auteur étudie d'abord dans tous ses détails l'état actuel de la question. Nous connaissons d'un côté un grand nombre de phénomènes qui ont pour effet de mettre de l'azote combiné en liberté. S'il n'y en avait pas d'autres qui

1. *Landwirthsch Jahrb.*, 1888, 137 pages, 4 planches. — *Bot. Zeit.*, col. 547.

fixent des quantités au moins égales d'azote, la quantité de matières azotées existant sur la terre irait constamment en diminuant, finirait à se réduire à zéro, de sorte que la vie deviendrait impossible.

De nombreuses observations citées dans le mémoire de M. Frank montrent que les pertes d'azote sont très considérables non seulement pendant la putréaction des détritus animaux et végétaux, mais encore dans le sol riche en humus, par exemple dans la bonne terre du jardin.

Il s'agit de rechercher par quel mécanisme l'azote libre est de nouveau engagé dans des combinaisons et remis à la disposition des plantes et des animaux. L'auteur montre que les réactions inorganiques sont bien loin de suffire, il doit donc exister des phénomènes vitaux qui se chargent de cette importante fonction dans la rotation de l'azote. Il n'est même pas douteux que le siège de ce travail ne se trouve dans le sol.

A la suite de ces réflexions, l'auteur soumet à un examen critique l'opinion des autres auteurs.

Déjà Boussingault avait appelé l'attention sur ce fait important que les composés azotés augmentent dans un sol en jachère, mais moins rapidement que dans un champ culivé. Mais on ignorait encore s'il n'y avait dans ce cas qu'absorption d'ammoniaque, ou si l'azote atmosphérique était également fixé. La première alternative est impossible selon M. Frank, parce qne ni l'ammoniaque atmosphérique ni les diverses réactions inorganiques pouvant fournir de l'amoniaque n'expliquent à beaucoup près l'enrichissement du sol.

Il faut qu'il existe des organismes qui assimilent au moins en partie de l'azote libre, pour l'abandonner ensuite dans leurs cadavres, à l'état combiné aux plantes cultivées.

C'est précisément la conclusion à laquelle est arrivé M. Berthelot qui avait cru pouvoir admettre que certaines bactéries jouent ici un rôle essentiel. M. Frank n'est pas de cet avis. Il a abandonné à eux-mêmes de grands vases remplis de terre qu'il protégeait soigneusement contre toute souillure par la pluie, les insectes, les oiseaux, etc. et dans lesquels toute graine levée a été aussitôt enlevée. Le dosage de l'azote fait avant et après l'expérience a dénoté une augmentation que M. Frank attribue aux algues microscopiques distribuées en grand nombre dans les couches supérieures de la terre : il a trouvé deux Oscillaires, le *Chlorococcum humicola,* peut-être le *Pleuro-coccus,* ainsi que des protonéma de mousses. Les Diatomées étaient absentes.

La partie la plus importante du travail est relative à l'accroissement du taux de l'azote dans une terre cultivée. Cet accroissement est proportionnel à la vigueur du développement des plantes. Ces expériences confirment par conséquent celles d'Atwater. Les plantes chétives n'assimilent presque pas d'azote libre, tandis que les plantes robustes prennent à peu près la moitié de l'azote nécessaire dans l'atmosphère. Il faut dire que l'auteur a cultivé le lupin jaune. Le colza et l'avoine n'ont enrichi le sol que très faiblement.

Il paraît donc bien établi que la présence de la végétation a pour effet d'exagérer un phénomène qui tend à augmenter la quantité d'azote contenu dans le sol et dans les graines.

Quant à la nature de ce phénomène, nous en sommes réduits à des conjectures. M. Frank n'en charge pas les algues dont il a démontré l'activité dans

la jachère, il ne croit pas davantage que ce soient des bactéries. D'accord avec M. Atwater il ne serait pas éloigné d'admettre l'assimilation directe de l'azote par les plantes cultivées, malgré les expériences de Boussingault. En effet Boussingault n'a opéré que sur des jeunes plantules ou sur des plantes qui, ne disposant que d'une quantité insuffisante de matières azotées, sont restées chétives.

Les résultats que ce savant a obtenus ne peuvent pas s'appliquer à des plantes normales, vigoureuses, produisant des fleurs et des fruits.

Tel est, esquissé à grands traits, le canevas du travail de M. Frank. Il s'y rattache un certain nombre d'études spéciales intimement liées à la question de l'azote. Il s'agit d'abord des plantes à salpêtre. Ce sont celles qui absorbent des quantités considérables des nitrates du sol, mais qui au lieu de les employer de suite à la fabrication de matières albuminoïdes, l'accumulent d'abord dans le suc cellulaire. Ce n'est qu'au moment de la formation des grains que le salpêtre est utilisé et déposé dans les graines sous forme de matières de réserve azotées. D'autres, comme le lupin, n'accumulent pas le salpêtre, du moins dans leurs parties aériennes, et semblent élaborer ce sel à mesure qu'elles l'absorbent.

Ces deux cas extrêmes sont reliés entre eux par de nombreux intermédiaires.

La plupart des végétaux se contentent du salpêtre comme unique source d'azote ; il est encore douteux s'il en est de même pour les sels amoniacaux, parce que les micro-organismes du sol les nitrifient, mais sans les cultures dans l'eau, les plantes ne peuvent pas faire de nitrates avec les sels ammoniacaux, du moins pas en quantité suffisante pour qu'on puisse le déceler à l'aide de la diphénylamine.

L'auteur n'admet pas la relation si souvent débattue dans ces derniers temps entre les tubercules des racines des Légumineuses et la propriété de ces plantes d'enrichir le sol plus que les autres. Les corpuscules qui habitent ces petites productions ne seraient pas des bactéries mais des substances albuminoïdes de réserve sans relation avec l'assimilation de l'azote du sol.

Le Gérant : G. Masson.

Motteroz. — Imprimeries réunies, B, rue Mignon, 2.

CULTURES EXPÉRIMENTALES

DE

WARDRECQUES (Pas-de-Calais) ET DE BLARINGHEM (Nord)

PAR MM.

E. PORION

Président de la Société d'agriculture de Saint-Omer

ET

P.-P. DEHÉRAIN

Membre de l'Institut

QUATRIÈME ANNÉE (1888)

PREMIÈRE PARTIE. — CULTURE DU BLÉ.

Quand, à l'automne de 1884, nous nous sommes résolus à entreprendre la série d'expériences dont tous les ans nous avons donné les résultats dans ce recueil, nous avions conçu l'espoir d'exercer une heureuse influence sur la culture, en lui montrant par de nombreux exemples que, malgré le bas prix auquel étaient tombés les produits agricoles à cette époque, on pouvait encore en augmentant les rendements obtenir des bénéfices.

Nous sommes heureux de reconnaître aujourd'hui que nos efforts n'ont pas été vains, que le mouvement que nous voulions imprimer s'accélère chaque année.

L'appui bienveillant de la presse ne nous a pas manqué, les communications que nous avons adressées à l'Académie des sciences ont été reproduites et commentées dans un grand nombre de journaux très répandus; peu à peu nous sommes entrés en relations avec des cultivateurs de diverses régions, et en 1888 comme nous l'avions fait en 1887 nous avons profité de leur bonne volonté pour adresser aux praticiens qui ont semé la variété de blé que nous préconisons des questionnaires qui nous sont revenus, nous apportant des documents du plus haut intérêt.

Nous les avons utilisés dans la première partie de ce travail consacrée à la culture du blé; cette première partie est divisée en trois paragraphes : dans le premier nous analysons tous les renseignements que nous avons pu recueillir sur la culture du blé à épi carré Porion, dans les diverses régions de la France; dans le second nous rapportons les résultats constatés à Blarin-

ghem; dans le troisième ceux qui ont été obtenus à Wardrecques.

I. — Culture du blé à épi carré dans diverses régions de la France.

Avant d'extraire, des questionnaires qui nous ont été renvoyés, des lettres que nous avons reçues, les enseignements qui en découlent, nous voulons tout d'abord remercier nos nombreux correspondants de la peine qu'ils ont bien voulu prendre.

Ceux-là seuls qui ont fait des expériences agricoles savent quel surcroît de besogne elles entraînent: s'astreindre au moment de la moisson, quand le travail presse de tous côtés, à recueillir séparément la récolte de champs plus ou moins étendus, arrêter la machine à battre pour la nettoyer, après qu'on y a fait passer la moisson d'une parcelle, puis la mettre en travail pour obtenir le produit d'un second carré, arrêter de nouveau, recommencer quand on passe à un autre champ d'expériences, tout cela est fort long et fort coûteux.

Il faut, pour se résoudre à entreprendre de pareils travaux, avoir la ferme conviction qu'on fait œuvre utile; il nous paraît que, de ce côté, le doute n'est plus permis, et les résultats constatés pendant l'année peu favorable de 1888 montrent clairement que bientôt les sept millions d'hectares, consacrés en France à la culture du blé, fourniront amplement à sa consommation sans qu'elle ait besoin de rien demander à l'étranger.

SUD. — Les renseignements que nous avons sur les cultures de cette région sont peu nombreux et assez divergents.

M. Joseph Gallician, à Tholonet, par Aix (Bouches-du-Rhône), cultive une bonne terre forte, le sous-sol est imperméable, la terre inclinée vers l'ouest n'est pas drainée; on a donné à un demi-hectare 6,000 kilos de fumier, la terre sortait de jachère, elle n'avait pas été fumée l'année précédente: elle a produit 32 hectolitres à l'hectare, tandis que le blé meunier mis en comparaison avec la même fumure, c'est-à-dire 12,000 kilos de fumier à l'hectare, n'a fourni que 17 hectolitres. Ce blé meunier était meilleur que l'épi carré, il pesait 82 kilos à l'hectolitre au lieu de 80, il a été vendu 21 fr. 50 au lieu de 20 francs.

L'automne et l'hiver ont été pluvieux, le printemps et l'été ont été pluvieux et froids, la saison est cependant considérée comme

favorable ; elle l'était particulièrement, en effet, pour une variété provenant des régions septentrionales, qui retrouvait en Provence un climat analogue à celui de son pays d'origine.

En somme M. Gallician qui, l'an dernier, avait cultivé l'épi carré sans succès à cause de la sécheresse[1] a été récompensé de sa persévérance par la récolte de cette année, puisque malgré cette fumure que nous jugeons insuffisante, il a obtenu avec la nouvelle variété une récolte presque double de celle que lui a fournie le blé meunier.

M. G. de Llamby écrit de Perpignan qu'en 1887 le blé à épi carré s'est montré très inférieur au blé du pays, mais qu'une petite culture venant d'un ensemencement de 40 litres a produit 4 hectolitres; M. de Llamby termine sa lettre par l'appréciation suivante : « Je crois que, même dans le midi, le blé à épi carré donnera toujours de bons résultats s'il est bien fumé. »

SUD-OUEST. — M. *Poncabaré*, à Oloron Sainte-Marie, département des Basses-Pyrénées, cultive une terre demi-forte, bonne, le sous-sol est perméable, aussi la terre n'est-elle pas drainée. Sur une surface de 10 ares, on a semé l'épi carré avec une fumure très forte de 6,000 kilos de fumier de ferme ; ce serait 60,000 kilos à l'hectare ; le blé succédait à du maïs qui avait reçu pour cette même surface 5,000 kilos : malgré cette abondance de fumier le blé n'a pas versé, il a donné 2^{qm} 15 ou 2^{hect} 95 de grain, c'est donc 21^{qm} 5 à l'hectare, ou 29^{hect} 5.

Par comparaison, M. Poncabaré, qui répond au questionnaire avec une extrême netteté, a semé sur un hectare soixante-six ares du blé barbu d'hiver, très répandu dans le pays. Il ne lui a donné qu'une faible fumure, mais le maïs qui précédait avait reçu à peu près 50,000 kilos de fumier. Le blé barbu a versé, il a donné 15^{qm} 6 à l'hectare ; ainsi la substitution de l'épi carré au blé du pays a déterminé une plus value de 6 quintaux métriques à l'hectare, c'est-à-dire de 150 francs, aux prix actuels de 25 francs ; bien que l'ensemble de la saison ait été plutôt défavorable : automne pluvieux, hiver et printemps secs et froids, été pluvieux, il est manifeste cependant que l'épi carré a rencontré cette année dans les régions méridionales des conditions meilleures que l'an passé, où une chaleur et une sécheresse exceptionnelles avaient exercé l'influence la plus funeste.

1. *Ann. agron.*, t. XIV, p. 7.

L'essai de M. Poncabaré est des plus encourageants; peut-être aurait-il eu avantage à diminuer un peu la fumure de fumier de ferme et à distribuer au printemps de 100 à 200 kilos de nitrate de soude?

M. Desvaux-Lafforest à Bourliou, département de la Dordogne, qui déjà l'an dernier nous avait transmis les résultats de sa culture[1], a placé l'épi carré sur une terre forte très bonne, à sous-sol imperméable et non drainé; la pièce d'une étendue d'un hectare a reçu 25 mètres cubes de fumier, elle avait porté l'année précédente du tabac qui avait reçu une fumure de fumier; on a obtenu 30 hectolitres à l'hectare, le grain pesait 77 kilos à l'hectolitre, celui-ci a été vendu 20 francs.

En comparaison M. Desvaux-Lafforest avait semé du blé bleu auquel il a donné 25 mètres cubes de fumier pour une pièce de 1 hectare 50 ares, ou 16^{mc} 6 à l'hectare; on a obtenu 23^{hect} 3 à l'hectare, il y a donc en faveur du blé à épi carré une différence de 6^{hect} 7 ou de 128 francs; le rendement de l'épi carré a cependant été diminué, car il a versé. M. Desvaux-Lafforest ajoute la note suivante :

Je vous ai dit que votre blé avait versé; en effet, placé dans un très bon terrain, il était de toute beauté, mais il n'a pu supporter les orages qui ont été très violents. Si le blé du pays n'a pas versé, c'est qu'il était dans un terrain plus maigre. J'ai donné de votre blé à un de mes cousins, qui a du terrain de première qualité, il a fumé avec du fumier de brebis en grande quantité; il n'a pas été satisfait du rendement, sans doute le terrain ne lui convient pas.

Il est plus vraisemblable que la fumure a été trop forte et surtout trop récente: l'an dernier M. Vandebeulque à Tourcoing a signalé, chez un de ses voisins, un fait analogue, mauvaise récolte avec une forte fumure d'engrais flamand; ce qui convient particulièrement à l'épi carré, c'est une terre enrichie par des fumures antérieures; il faut certainement lui donner de l'engrais, mais l'excès est tout à fait préjudiciable.

M. le baron de Meynard à la Sudrie, département de la Corrèze, cultive une terre légère, passable, à sous-sol perméable; il a fait de nombreux essais très judicieusement combinés; avec une fumure de 200 kilos de nitrate de soude et de 500 kilos de phosphate des Ardennes, l'épi carré a donné 16^{qm} 80; avec le blé de l'île Verte (va-

1. *Ann. agron.*, t. XIV, p. 7.

riété de blé de Bordeaux), mis en comparaison, on a obtenu 15^{qm}16; le blé de Bordeaux pesait 71^{k}5 à l'hectolitre, tandis que l'hectolitre de l'épi carré pesait seulement 67^{k}2. La saison a donc été défavorable, le blé pesant habituellement à la Sudrie plus de 80 kilos à l'hectolitre. M. le baron de Meynard pense que l'acide phosphorique du phosphate des Ardennes n'a pas exercé toute l'action désirable, et qu'il conviendrait dans les sols qui ont été chaulés d'employer les superphosphates.

OUEST. — M. *Roget*, propriétaire à Saint-Philbert du Pont-Charrault, dans le département de la Vendée, a cultivé l'épi carré sur une bonne terre calcaire, à sous-sol perméable; il a employé, sur une surface de 20 ares, 8 mètres cubes de fumier, c'est une fumure d'environ 20,000 kilos à l'hectare; le blé succédait à des betteraves qui avaient reçu la même fumure, on a obtenu 25 hectolitres d'un blé assez maigre puisqu'il ne pesait que 67 kilos à l'hectolitre; le mélange de blé bleu et rouge mis en comparaison sur une surface de 16 ares de la même terre, avec la même fumure, a fourni un rendement correspondant à 18 hectolitres de blé à l'hectare, le grain pesant 69 kilos à l'hectolitre; sa qualité était donc un peu supérieure à celle de l'épi carré, mais celui-ci a donné, comme on l'a vu, un rendement beaucoup plus fort malgré l'insuffisance de la fumure.

M. *Fradin*, fermier à l'Argeasse, dans le département des Deux-Sèvres, cultive une terre légère, passable, très humide, non drainée, bien qu'elle repose sur un sous-sol imperméable.

On a employé seulement une fumure minérale composée de 500 kilos de noir animal, 800 kilos de phosphate et de 100 kilos de sulfate de fer, sur une surface de 60 ares. On a obtenu 25 hectolitres de grain à l'hectare pesant 74 kilos à l'hectolitre.

Non seulement les conditions climatériques ont été défavorables, puisqu'un automne sec et un hiver avec une neige persistante ont précédé un printemps sec et froid et un été pluvieux, mais en outre l'épi carré a été semé sur une terre qui, l'an dernier, avait déjà porté du blé, ce qui est une succession très désavantageuse. La terre avait reçu l'année précédente du fumier et de la chaux; malgré ces conditions fâcheuses, le rendement est supérieur à celui qu'on a obtenu sur l'ensemble de la ferme, puisqu'on y a récolté seulement 18 hectolitres à l'hectare.

M. *Dessaivre*, à Clazay, département des Deux-Sèvres, a mis en

comparaison l'épi carré avec du blé bleu, sur 60 ares d'une terre forte et bonne; le blé à épi carré succédait à du trèfle, on lui a donné cependant une demi-fumure et de la chaux; la saison a été défavorable ainsi qu'il a été dit déjà au paragraphe précédent, l'appréciation de M. Dessaivre étant la même que celle de M. Fradin, sauf en ce qui concerne la neige. L'épi carré a donné 31 hectolitres à l'hectare, tandis que le blé bleu cultivé sur 12 hectares avec fumier et chaux a donné en moyenne 21 hectolitres; les deux variétés ont pesé l'une et l'autre 76 kilos à l'hectolitre, elles ont versé l'une et l'autre.

M. *Baudouin*, à Clazay, encore dans le département des Deux-Sèvres, a mis l'épi carré sur 60 ares d'une terre passable à sous-sol perméable.

L'année précédente la pièce avait reçu pour betteraves, à l'hectare, de 15 à 20,000 kilos de fumier mélangé de chaux; on n'a rien donné au blé, cependant on a obtenu à l'hectare 34 hectolitres pesant 75 kilos, tandis que le blé rouge semé habituellement ne fournissait que 20 hectolitres; l'appréciation de M. Baudouin sur la saison est semblable à celles qui ont été indiquées plus haut, elle est nettement défavorable : automne sec, hiver neigeux, printemps sec et été pluvieux.

Le rendement constaté montre que l'épi carré n'est nullement déplacé dans l'Ouest, et qu'avec une meilleure saison, il donnerait des rendements très favorables.

C'est encore ce qui résulte des renseignements fournis par M. *Puichaud* qui cultive, dans les Deux-Sèvres, à Moncoutant, une bonne terre forte, reposant sous un sous-sol imperméable non drainé.

On a employé sur 40 ares une fumure de 8 mètres cubes de fumier, c'est 10 à 12,000 kilos à l'hectare; on avait donné la même fumure l'année précédente à l'avoine et aux pommes de terre qui avaient précédé le blé; malgré cet assolement défavorable et une mauvaise saison, présentant les caractères indiqués par les autres cultivateurs des Deux-Sèvres, M. Puichaud a récolté 38 hectolitres à l'hectare au lieu de 23 qu'a donnés le blé rouge.

M. *Cordeau*, instituteur à Saint-Maurice, département de la Charente, a exécuté une série d'expériences fort intéressantes avec différents blés; voici les chiffres qu'il a constatés rapportés à la surface d'un hectare.

TABLEAU I. — CULTURES EXÉCUTÉES PAR M. CORDEAU A SAINT-MAURICE (CHARENTE).

VARIÉTÉS EMPLOYÉES.	RENDEMENTS A L'HECTARE EN QUINTAUX MÉTRIQUES.		POIDS de l'hectolitre.	SURFACE sur laquelle a eu lieu l'essai.
	Grain.	Paille.		
Victoria	22.0	80.0	79	25 ares.
Dattel hybride	30.0	79.5	79	25 ares.
Australie barbu	32.0	80.8	76	1 are.
Épi carré Porion	31.0	80.4	79	25 ares.
Lamed	20.0	80.0	79	1 are.
Blé rasu du pays	6.0	15.0	74	1 hectare.
Blé bleu de Noé	13.0	28.2	76	16 ares.
Blé rouge de Bordeaux.	14.8	35.2	77	16 ares.

On avait donné à tous ces blés un engrais chimique complet, à l'exception du blé rasu, qui n'avait rien reçu; dans une autre expérience, où ce blé avait été fumé, il a donné 14^{qm} 8, tandis que l'épi carré Schireff en avait donné 20.

L'abondance de la récolte de paille montre que la fumure avait été très copieuse. Il est intéressant de constater que, pendant cet été froid et pluvieux, l'épi carré Porion a donné des rendements bien plus élevés que le blé bleu de Noé et le blé rouge de Bordeaux.

L'expérience de M. Cordeau est de nature à montrer aux cultivateurs de la Charente qui auront pu l'examiner combien il importe de choisir judicieusement les semences; il sera bien important de savoir si pendant une année plus normale les différences constatées en 1888, non seulement se reproduisent, mais encore s'exagèrent. On ne saurait trop encourager M. Cordeau à continuer ses essais.

M. *Méresse* à Lessac, canton de Guérande, dans la Loire-Inférieure, a cultivé en épi carré 33 ares d'une terre forte passable; l'année précédente la terre avait reçu du fumier pour une culture de choux et de betteraves; on n'a donné au blé que 400 kilos de superphosphates. La récolte a été médiocre; sur les 33 ares on a obtenu 6^{hect}40, ou 21 hectolitres à l'hectare; il est manifeste que la fumure était insuffisante et qu'il aurait fallu ajouter aux superphosphates du

nitrate de soude ou du sulfate d'ammoniaque; en effet, la saison étant considérée par M. Méresse comme favorable, c'est certainement l'insuffisance de la fumure qui a maintenu la récolte à ce chiffre peu élevé.

Les essais ont été exécutés encore dans plusieurs autres endroits, et n'ont pas donné de résultats meilleurs. Il est vraisemblable que les cultivateurs qui ont fait ces essais ne se sont pas pénétrés de cette idée que l'épi carré est exigeant, que sa principale qualité est la résistance à la verse et qu'on n'en tire profit qu'en le semant très tôt, et le fumant énergiquement; ou mieux encore, ainsi qu'il a été dit, en le plaçant sur un sol bien enrichi par des fumures antérieures.

M. *Davost*, à Chateaubriand, Loire-Inférieure, communique les résultats d'une expérience intéressante, dans laquelle on a mis en comparaison du blé Porion, du blé Victoria et du blé bleu.

Les cultures ont été disposées sur des surfaces de 1 hectare 50 ares, d'une terre moyenne assez consistante, à sous-sol perméable; on avait distribué une fumure de 50,000 kilos de fumier par hectare.

On a obtenu, du blé bleu, 35 hectolitres de bon grain pesant 77 kilos.

Le blé Victoria a été semé sur une terre légère à sous-sol imperméable. Le sol avait porté l'année précédente des racines; elles avaient reçu une forte fumure d'environ 60,000 kilos de fumier à l'hectare. On n'a pas répandu pour le blé une nouvelle dose de fumier de ferme, mais on a donné au printemps une fumure complémentaire de 10 kilos d'azote ammonical et de 40 kilos d'acide phosphorique à l'hectare.

Le rendement a été de 37 hectolitres à l'hectare. Le grain était très beau, il pesait 77 kilos à l'hectolitre; la paille était longue et bonne et a bien résisté à la verse.

Le blé Porion a été semé également sur une bonne terre, de consistance moyenne à sous-sol perméable. Le blé succédait à de la vesce et des pois. Il a reçu à l'automne une forte fumure de 60,000 kilos de fumier à l'hectare. Au printemps on n'a pas employé d'engrais chimique. Le blé Porion a rendu 38 hectolitres à l'hectare pesant 75 kilos. Le grain n'est pas très beau, quoique très estimé pour la meunerie. La paille est bonne, très résistante à la verse, mais courte.

L'opinion de M. Davost est que la préférence doit être donnée au blé Victoria.

L'épreuve sur laquelle s'appuie cette conclusion ne nous paraît pas décisive. Il est à remarquer, d'abord, que l'épi carré a rendu en hectolitres un peu plus que le Victoria; en outre, pour que la paille du blé Porion soit restée courte, il faut qu'il ait été insuffi-

samment nourri; or une très forte fumure récente n'est pas une condition très favorable, l'ancienne fumure du blé Victoria soutenue au printemps par un faible apport d'engrais chimique a été certainement plus efficace, et c'est peut-être plutôt parce que le blé Victoria a été placé dans des conditions plus avantageuses, qu'à cause de sa nature même, qu'il a donné presque la même quantité de grain que l'épi carré. — Nous serions étonnés que ces résultats se reproduisissent une autre année.

MM. *Defas frères* nous écrivent du Mans qu'ils ont disposé leur expérience sur une pièce de 72 ares d'une terre silico-argileuse reposant sur un sous-sol argileux mais perméable; la terre a été chaulée, elle avait porté du trèfle pendant deux ans, et avait reçu pour cette culture 400 kilos de superphosphates à l'hectare.

Malgré cette bonne préparation, ces messieurs ont donné 20 mètres cubes de fumier, 300 kilos de superphosphates, 40 kilos de sulfate d'ammoniaque et 54 kilos de nitrate de soude.

La moitié de la pièce a été ensemencée en blé à épi carré Porion, l'autre en blé de Bordeaux.

On a roulé et hersé deux fois; bien que l'été ait été pluvieux et la saison défavorable, on a obtenu à l'hectare les rendements suivants :

	Blé Porion.	Blé de Bordeaux.
Quintaux métriques	43.2	34.7
Poids de l'hectolitre ... kilos	78.0	79.0
Hectolitres	55.5	44.0
Prix de l'hectolitre ... francs	21 fr.	21 fr.
	N'a pas versé.	A versé.

Ces messieurs terminent leur lettre par la phrase suivante :

Des expériences que nous avons faites, il résulte que nous considérons votre espèce de blé à épi carré comme excellente, que nous la cultiverons dans nos terres et que nous ferons notre possible pour la répandre dans notre département.

Centre. — M. de *Bellejame*, à Montquignard, par Pithiviers, a essayé le blé à épi carré sans réussir à en obtenir une bonne récolte, plusieurs personnes de son voisinage ont échoué également; il attribue ces insuccès à l'influence fâcheuse de la saison, et annonce qu'il recommencera un nouvel essai.

M. *Vasseur*, à Epernay, écrit une lettre très intéressante que nous reproduisons presqu'en entier parce qu'elle donne une description très précise de la culture de la Champagne.

... Ici et dans toute la zone où la vigne est cultivée, nous avons deux terrains: le premier à sous-sol de craie, d'une perméabilité excessive, par conséquent drainé outre mesure, sol presque entièrement couvert de vigne et formant ce qu'on appelle la colline et la falaise de Champagne. Ce sol, ayant une mince couche de terre végétale, ne peut guère fournir de très hauts rendements, mais nous donne, à cause de la chaux, des grains d'une qualité absolument supérieure et une paille peu abondante, mais nerveuse et ne versant que par surabondance d'azote. C'est dans une de ces terres après luzerne que votre blé a été semé au semoir à la volée.

Il l'a été très tardivement et a levé difficilement à cause des intempéries. Ces terres étant excessivement légères se trouvent soulevées par la moindre gelée et les racines du blé souvent mises à découvert se trouvent coupées entre les terres par une gelée suivant un dégel. De plus, les labours que nous donnons sont très légers à cause du peu de profondeur de la couche arable et nous ne saurions demander à ces terres un tallage semblable à celui qui se produit dans les terres remuées profondément: il est donc difficile de demander à ce terrain un rendement supérieur; j'ai obtenu 32 hectolitre à l'hectare; c'est, je crois, le maximum que l'on puisse obtenir.

A côté de ces terres, nous avons la vallée, les alluvions de la Marne, terres riches, profondes et d'une fécondité remarquable, les autres un peu plus élevées, suffisamment perméables pour n'avoir nul besoin de drainage. C'est là que je vais semer votre blé cette année et j'espère un rendement sérieux.

M. *Chatelain*, à Crecy-sur-Serre (Aisne), a semé l'épi carré sur une très bonne terre, qui avait reçu du fumier trois ans auparavant; en 1887 elle avait porté des pommes de terre; la sole de blé a reçu 800 kilos d'engrais renfermant 4 p. 100 d'azote, 12 p. 100 d'acide phosphorique et 8 p. 100 de potasse.

Bien qu'on ait fauché quinze jours trop tôt, on a obtenu 36^{qm} 51 de grain à l'hectare et 8,564 kilos de paille et de déchets; si on admet que le grain de M. Chatelain pesait 76 kilos, il aurait eu 48 hectolitres, ce qui est satisfaisant. Il est à remarquer en outre que M. Chatelain estime que, si la moisson avait été plus tardive, il serait arrivé à 40 quintaux métriques de grain.

M. Chatelain ajoute que plusieurs cultivateurs de son voisinage ont échoué dans la culture du blé à épi carré, qui d'après lui, et nous croyons que son opinion est absolument justifiée, ne doit être placé que sur des terres fortement fumées et grasses de vieille date et de plus doit être semé de bonne heure.

Les lecteurs des *Annales* ont eu sous les yeux, dans le cahier de décembre 1888, les résultats constatés à Grignon; ils ont vu que cette année pluvieuse a été, sur des terres qui s'égouttent facilement, plus favorable que la sécheresse de l'an dernier; que sur plusieurs parcelles on a constaté des chiffres de 56, 59 et 60 hectolitres que nous n'avions pas encore obtenus.

Aux résultats constatés au champ d'expériences qui, ainsi qu'il a été dit, ont déjà été publiés, nous pouvons ajouter les chiffres suivants, qui ont été recueillis sur des parcelles de deux ares situées dans une partie du domaine éloignée des champs d'expériences, par M. Berthault, professeur d'agriculture à l'École, qui a bien voulu nous les communiquer.

Rendements de différentes variétés de blé à l'hectare.

	Quintaux métriques.
Épi carré	40.5
Goldendrop	32.0
Spalding	32.0
Blanc de Flandre	29.5
Nursery	27.5
Roseau	27.0

L'épi carré, comme on voit, surpasse de beaucoup les autres variétés; son rendement dépasse 50 hectolitres, le poids de l'hectolitre n'atteignant pas 80 kilos.

Nord. — M. *Lamerand Lebleu* cultive une bonne terre forte, drainée, il a semé l'épi carré sur une pièce de deux hectares qui portait des betteraves l'an dernier. Elles avaient eu du nitrate et de l'engrais flamand, le blé a reçu également du nitrate. On a recueilli à l'hectare 55 hectolitres de grain, pesant 78 kilos, c'est-à-dire à peu près 44 quintaux métriques; le blé du pays mis en comparaison a donné 45 hectolitres à 80 kilos, soit 36 quintaux métriques.

Le blé du pays a été vendu 20 francs l'hectolitre, on a donc fait à l'hectare 900 francs; le blé Porion a été vendu seulement 18 francs; le produit en grain a été cependant de 990 francs.

M. Lamerand Lebleu ajoute: la qualité du blé est excellente pour les terres forcées en engrais, on peut en obtenir des rendements en grain extraordinaires. Seulement la qualité pour mouture est inférieure de 1 fr. 50 à 2 francs l'hectolitre. Son seul désavantage

est de ne pas donner autant de gerbes que les autres blés du pays.

M. *Pasquesoone Gadenne* à la Gorgue, département du Nord, cultive une bonne terre forte, drainée; il a semé l'épi carré sur 77 a. 66 avec une fumure de 170 kilos de nitrate de soude à l'hectare. La pièce avait porté l'année dernière des betteraves fumées avec des vinasses et 500 kilos de nitrate de soude à l'hectare.

La récolte a été de 40 quintaux métriques à l'hectare, correspondant à 51 hectolitres, le blé pesait 79 kilos; le blé a légèrement versé.

M. *Vandebeulque à Tourcoing (Nord)*, qui nous a envoyé l'an dernier une lettre si intéressante, a été victime, comme nous l'avons été nous-même à Wardrecques, des intempéries de la saison; ses résultats sont moins bons que ceux de 1887.

Sur une bonne terre forte d'une étendue de 2 hectares, qui avait reçu l'an dernier des déchets de laine et 100 kilos de chlorure de potassium, on a distribué cette année 500 kilos de phosphate minéral et 125 kilos de chlorure de potassium; la fumure était suffisante car le blé a un peu versé. On a obtenu sur les deux hectares: 96^{hect} 80 ou 48 hectolitres à l'hectare de grain pesant 76 kilos, c'est donc 37^{qm} 48. Le poids de paille a été de 5,400 kilos à l'hectare.

Le blé Porion avait été semé en lignes espacées de 25 centimètres, M. Vandebeulque pense que l'écartement est trop grand et qu'il conviendrait de restreindre l'espacement à 20 centimètres.

Il ajoute : j'ai semé une autre parcelle de 1^{hect}24, après trèfle précédé d'une avoine fumée avec fumier, déchets de laine, phosphate et potasse; le blé n'avait reçu qu'un peu de purin pour chasser les vers dont il était attaqué; il est resté clair et n'a produit que 27 quintaux métriques à l'hectare et 41 quintaux métriques de paille. Les deux parcelles réunies ont donc rapporté en moyenne 32^{qm} 68 à l'hectare et 48^{qm} 46 de paille.

L'an dernier[1] M. Vandebeulque avait réalisé, avec le blé Porion, la belle récolte de 45^{qm} 75, le déficit est donc de 13 quintaux métriques. En 1887, le blé d'Armentières mis en comparaison avec l'épi carré avait fourni 28 quintaux métriques; cette année, en moyenne il en a donné 22; le déficit est donc seulement de 6 quintaux métriques.

1. *Ann. agron.*, t. XIV, p. 16.

En cultivant le blé d'Armentières, qui se vend 20 francs l'hectolitre, on a réalisé cette année 440 francs à l'hectare ; avec le blé Porion qui se vend seulement 18 fr. 50 les 80 kilos, on a obtenu 704 fr. 50; ainsi, même dans les mauvaises années, l'avantage de cultiver l'épi carré dans le Nord est tout à fait évident.

Un autre cultivateur du département du Nord, qui désire garder l'anonyme, a ensemencé en blé à épi carré : 2 hectares d'une terre passable à sous-sol perméable et cependant drainé sur 45 ares; on a mis en comparaison le blé blanc du pays dit de Merville.

Les deux hectares d'épi carré ont reçu 700 kilos de superphosphates, le blé y succédait à des fèves et à des betteraves sur lesquelles on avait répandu une fumure de fumier de ferme, des superphosphates et 200 kilos de nitrate de soude.

L'épi carré a rendu 73 quintaux sur les deux hectares ou 36^{qm} 5 par hectare; l'hectolitre pesant 75 kilos, ce rendement correspond donc à 48^{hect} 6 ; ce blé a été vendu 18 francs l'hectolitre.

Le blé blanc, qui avait reçu une fumure phosphatée comme l'épi carré, succédant à des betteraves également bien fumées, a donné 40 hectolitres ; le blé pesait 73 kilos; il a donc donné 29^{qm} 2, il a été vendu 19 francs l'hectolitre.

M. *Wartelle*, qui déjà l'an dernier avait cultivé l'épi carré, nous transmet de Herrin par Seclin, Nord, les renseignements suivants : sur 2 hectares, l'épi carré a rendu 80 hectolitres, soit 40 hectolitres par hectare, mais le blé ne pesant que 73 kilos à l'hectolitre, c'est seulement 29^{qm} 2 à l'hectare, au lieu de 40 récoltés l'an dernier.

M. Wartelle ajoute la phrase suivante :

Les conditions de fumure et de préparation ont été les mêmes sur des terres de qualité identique. J'attribue la différence assez sensible que je vous signale au temps exceptionnellement pluvieux du printemps et de l'été. J'avais semé clair et, gêné par l'humidité, les binages n'ont pu vaincre les mauvaises herbes. Il en est résulté que le tallage sur lequel je comptais n'a pas donné les mêmes résultats qu'en 1887.

Néanmoins je m'estime fort heureux de ce rendement et je vais semer de l'épi carré pour la troisième fois.

M. *Benoit Verriele* à Steenvoorde, département du Nord, a mis en comparaison, sur une bonne terre forte drainée, le blé blanc et l'épi carré ; les surfaces étaient de 2 hectares pour l'épi carré, de 2 h. 50 pour le blé blanc; l'épi carré a été semé sur une pâture défrichée, le blé blanc a reçu une bonne fumure et environ 150 kilos

de nitrate de soude à l'hectare. On a obtenu de l'épi carré : 31^{qm} 5 de grain pesant 75 kilos l'hectolitre, c'est donc 42 hectolitres ; le blé blanc a donné 21 quintaux métriques de grain à l'hectare, pesant 74 kilos à l'hectolitre, ou 28 hectolitres ; le blé blanc a été vendu 20 francs l'hectolitre, le blé à épi carré 19 francs.

PAS-DE-CALAIS. — M. *Bayard*, à Fresnicourt, dans le Pas-de-Calais, a cultivé l'épi carré sur 24 ares d'une terre trop argileuse non drainée ; on avait marné et donné à l'hectare 8,000 kilos de fumier, on a obtenu 37^{hect} 5 de grain à l'hectare, le grain pesait 80 kilos et a été vendu 18 francs l'hectolitre.

La commune d'Harnes est célèbre dans le Pas-de-Calais par l'excellence de sa culture, malheureusement les battages s'y font un peu tardivement, de façon que nous n'avons pas autant de renseignements précis que nous l'espérions ; cependant voici les chiffres qui nous ont été transmis ou qu'a recueillis un de nos employés :

M. *J. B. Laurent* à Harnes a obtenu avec l'épi carré Porion, sur une pièce de 3^{hect} 5, 51^{hect} 30 à l'hectare, et sur une autre pièce de 3 hectares 59^{hect} 66.

M. *Anatole Bauve* a obtenu sur une moindre surface 58^{hect} 27 à l'hectare.

MM. *Sauvage et Delvellez*, qui avaient également semé du blé à épi carré, n'avaient pas encore battu leur récolte, mais s'attendent à des rendements analogues aux précédents, et proclament hautement l'excellence du blé à épi carré.

C'est au reste ce qui découle d'une très belle expérience exécutée par M. Masclef, l'un des cultivateurs les plus habiles du Pas-de-Calais, dont nous reproduisons les résultats insérés déjà dans une excellente publication : la *Revue agricole de la région du Nord*, numéro du 13 décembre 1888 (Voy. tableau II, page suivante).

M. Masclef complète ses renseignements en donnant le mode de fumure employé pour betteraves et ensuite pour blé.

POUR BETTERAVES.

	Kilos.
Fumier de ferme	30.000
Tourteaux arachides	1.000
Nitrate de soude	200
Sulfate d'ammoniaque	200
Sulfate de potasse	250
Superphosphate	700

TABLEAU II. — CULTURE DE LOISON.

VARIÉTÉS SEMÉES.	CONTENANCE DU CHAMP.	RENDEMENT TOTAL EN SACS DE 80 KIL.	RENDEMENT A L'HECTARE.
	hect. ares.	Sacs.	Hectol.
Dattel....................	2 50	126	50
Standup....................	3 40	167	49
Culture de Noyelles.			
Dattel....................	3 40	188	54
Standup....................	1 30	70	52
Epi carré..................	1 90	120	63 1/4
Prince Albert..............	96	51	53
Hard Castle................	96	51	53
Roseau de Bergues..........	1 48	72	48

Pour l'ensemencement du blé, M. Masclef ne met que 60 francs d'engrais à l'hectare, se décomposant de la façon suivante :

Poudre de tourteaux, nitrate de soude, sulfate d'ammoniaque et sulfate de potasse, le tout à doses restreintes.

Les résultats obtenus par M. Masclef, ceux de MM. Laurent, Bauve, Sauvage et Delvellez sont absolument d'accord avec ceux qui ont été constatés à Wardrecques depuis plusieurs années, avec ceux qu'ont signalés dans le Nord, l'an dernier, MM. Vandebeulque et Wartelle. On peut considérer comme un fait acquis, qu'en semant du blé à épi carré sur les terres fertiles de la région septentrionale, on peut en obtenir des rendements variants entre 50 et 60 hectolitres, et dépassant parfois ce dernier chiffre.

II. — Culture de Blaringhem.

Cultures expérimentales. — C'est surtout dans nos départements du Nord et particulièrement sur les terres fortes que la mauvaise saison de 1888 a réduit les rendements.

A Blaringhem la récolte est inférieure à celles que nous avons

obtenue les années précédentes, et elle est surtout très inégale. C'est ce qui ressort des résultats constatés au champ d'expérience (tableau III).

Ce champ, ainsi que nous l'avons dit déjà dans les études précédentes, est situé sur la côte de Blaringhem, incliné à l'ouest, vers le canal de Neufossé; d'un côté il est tracé sur une partie déclive, de l'autre sur le plateau; ce sont particulièrement les carrés à l'extrémité sud-est qui ont été maltraités; par places le blé y avait péri, il était extrêmement clair : les gelées persistantes de l'hiver ont soulevé la terre, probablement d'autant plus qu'elle était plus humide; or l'écoulement de l'eau, sur le plateau, n'ayant lieu que par les drains a été moins complet que sur la partie déclive; et sur ces terres très humides les gelées et dégels successifs du mois de février ont exercé l'action la plus fâcheuse. Toute la pièce dans laquelle est tracé le champ d'expérience a reçu : 53,000 kilos de fumier de ferme à l'hectare et 300 kilos de superphosphates; les analyses ayant montré[1] que le sol de Blaringhem est pauvre en acide phosphorique, on en ajoute tous les ans à toutes les cultures.

Le carré 71 *bis*, placé à la partie supérieure de la pièce, fumé comme le reste du champ, a complètement manqué; il n'a donné que 12^{qm} 27 à l'hectare d'un blé pesant 69^{kil} 3 à l'hectolitre, avec 3,400 kilos de paille, c'est le chiffre le plus faible que nous ayons jamais constaté. Il est très inférieur à l'ensemble de la pièce Ba/227 du tableau IV, bien qu'elle ait manqué sur un grand nombre de points, puisqu'elle n'a donné que 26^{qm} 8.

On se fera une idée des inégalités constatées cette année, en comparant la misérable récolte de 71 *bis* à celle de 78 *bis*, qui n'a reçu également que du fumier et des superphosphates en même proportion que 71 *bis* et qui fournit cependant 26^{qm} 8 l'hectolitre pesant 70^{kil} 4; si la fumure de ces carrés est identique, leur place est très différente; 78 *bis* est tout à fait à la partie inférieure du champ, là où la pente est très accentuée, tandis qu'ainsi qu'on l'a dit déjà, 71 *bis* est à la partie supérieure, presque sur le plateau.

On peut se rendre compte de l'influence qu'exercent les saisons sur les terres de Blaringhem en se rappelant qu'avec ces mêmes fumures de fumier et de superphosphates en 1886, ces deux carrés 78 *bis* et 71 *bis* avaient donné en moyenne : 41^{qm} 41 de grains et 61^{qm} 10

1. *Ann. agron.*, t. XII, p. 73.

TABLEAU III. — CULTURE DU BLÉ A BLARINGHEM EN 1888 (APRÈS AVOINE).

Fumure générale du champ, y compris les carrés d'expériences... .. { Fumier........... 53.000 kil. / Superphosphate ... 300 »

NUMÉROS DES CARRÉS.	ENGRAIS SUPPLÉMENTAIRES.	ROULAGE.	QUINTAUX DE GRAIN.	POIDS DE L'HECTOLITRE.	HECTOLITRES DE GRAIN.	QUINTAUX DE PAILLE.	VALEUR DU GRAIN A 20 FR. L'HECTOLITRE.	VALEUR DE LA PAILLE A 5 FRANCS LE QUINTAL.	VALEUR DE LA RÉCOLTE.	DÉPENSES TOTALES.	BÉNÉFICE OU PERTE.
				Kil.			Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.
71 *bis*.	Rien..	Ordinaire......	12.3	69.3	18.0	34.0	360	170	530	651	— 121
71...	200 kil. nitrate de soude............................	Ordinaire......	21.1	69.7	30.3	44.5	606	222	824	704	+ 120
72...	200 kil. nitrate de soude............................	Energique......	29.1	70.4	41.2	45.2	824	226	1050	704	+ 346
73...	170 kil. sulfate d'ammoniaque.........................	Ordinaire......	31.4	71.7	43.8	45.0	876	225	1101	712	+ 389
74...	170 kil. sulfate d'ammoniaque.........................	Energique......	29.2	69.7	42.0	45.0	840	225	1065	712	+ 353
75...	100 kil. nitrate de soude; 80 kil. sulfate d'ammoniaque.	Ordinaire......	30.7	69.7	43.8	46.0	876	230	1106	706	+ 400
76...	100 kil. nitrate de soude; 80 kil. sulfate d'ammoniaque.	Energique......	29.7	70.2	42.3	49.5	846	247	1093	706	+ 387
77...	100 kil. nitrate de soude; 80 kil. sulfate d'ammoniaque..	Très énergique.	24.0	69.7	34.5	41.0	690	205	895	706	+ 189
78...	100 kil. nitrate de soude; 80 kil. sulfate d'ammoniaque.	Encore plus....	31.6	70.2	45.0	49.5	900	247	1147	706	+ 441
78 *bis*.	Rien..	Ordinaire......	26.8	70.4	38.2	45.0	764	225	989	651	+ 338

DISPOSITION RELATIVE DES CARRÉS D'EXPÉRIENCES.

NORD.

OUEST.					EST.
	78 *bis*.	78	77	76	75
	74	73	72	71	71 *bis*.

SUD.

de paille. Cette année, leur moyenne est respectivement de 19qm52 de grain et de 39qm5 de paille, c'est-à-dire presque moitié. — L'augmentation d'un cinquième qui s'est produite dans le prix du blé est bien loin de compenser un pareil déficit des récoltes; aussi voit-on au tableau n° III, où tous les chiffres sont rapportés à l'hectare, que le carré 71 *bis* est en déficit de 121 francs, tandis que le carré 78 *bis* qui, nous l'avons dit, a précisément la même fumure que 71 *bis*, laisse cependant un bénéfice de 338 francs.

Nous avons essayé cette année si le mode de travail du sol, et notamment le roulage, plus ou moins énergique, exercerait une influence sur le rendement; les résultats constatés ne permettent de conduire à aucune conclusion, il est donc inutile d'y insister. (Voy. tableau III.)

En résumé, la culture du blé au champ d'expérience de Blaringhem a donné depuis le commencement des essais les chiffres suivants :

	Quintaux métriques à l'hectare.
En 1885	45.0
En 1886	45.7
En 1887	36.0
En 1888	26.6

Culture générale. — Le tableau IV ci-joint donne les résultats

TABLEAU IV. — CULTURE GÉNÉRALE DU BLÉ A BLARINGHEM.
(Tous les nombres sont rapportés à l'hectare.)

DÉSIGNATION des PARCELLES.	SUPERFICIES NETTES.	RÉCOLTE ANTÉRIEURE.	FUMURE POUR LE BLÉ	HECTOLITRES DE GRAINS.	POIDS DE L'HECTOLITRE.	QUINTAUX MÉTRIQUES DE GRAINS.
	Ares.					
B_a/214.	39.61	Lin.......	49.000 kil. fumier, 300 kil. superphosphate........	40.40	72.0	29.08
B_a/213.	59.36	Lin.......	33.000 kil. fumier; 300 kil. superphosphate........	41.79	72.5	30.29
B_a/227.	98.99	Avoine....	53.000 kil. fumier; 300 kil. superphosphate........	37.85	71.0	26.80
B_a/183.	78.95	Œillette...	53.700 kil. fumier; 300 kil. superphosphate........	44.64	69.3	30.93

de la culture générale à Blaringhem; elle s'est étendue sur quatre

pièces; c'est précisément sur Ba/227 où les carrés ont été tracés, que le rendement est le plus faible; le blé, en effet, y succédait à l'avoine, ce qui est toujours fâcheux; après lin, le rendement est sur l'une des pièces de 29 quintaux, sur l'autre de 30, un peu plus fort qu'après avoine; c'est après œillette qu'il atteint le maximum de 30qm9, chiffre qui serait passable si le blé était de bonne qualité, malheureusement il ne pesait que 69k3 à l'hectolitre, ce qui montre qu'il avait mal mûri.

La diminution est très sensible, et non seulement elle porte sur la pièce où a été tracé le champ d'expériences, mais sur l'ensemble du domaine de Blaringhem; en effet, on a trouvé pour les chiffres de la culture générale :

	Quintaux métriques à l'hectare.
En 1887	35.6
En 1888	29.3

Il est évident que cette diminution est due surtout à l'influence de saisons défavorables; en 1887 la sécheresse, en 1888 les pluies automnales retardant les semailles, les gelées et dégels successifs au printemps, puis l'été pluvieux, sont les causes certaines de la faiblesse des rendements.

III. — Culture de Wardrecques.

Cultures expérimentales. — Ainsi que nous l'avons dit déjà, l'année 1887-88 a été très défavorable, surtout à cause de la persistance de l'hiver; des gelées tardives très fortes ont soulevé la terre et déchaussé les pieds du blé; au moment de la récolte on trouvait, au milieu des pièces, des places vides, en outre, les pluies abondantes ont entravé la floraison, à la moisson les tiges du blé étaient de hauteur très inégales.

Les résultats constatés en 1888, à Wardrecques, sont donc ceux que fournit le blé à épi carré Porion, semé sur une très bonne terre quand la saison n'est pas propice.

Les carrés d'essai ont été tracés dans la pièce Wa/87, qui est excellente et bien drainée. Cette pièce avait porté des betteraves l'an dernier, l'ensemble avait reçu par hectare :

	Kil.
Tourteaux	4.500
Superphosphates	400
Nitrate	150

mais on avait modifié cette fumure quant à la dose de tourteaux pour les carrés d'essai :

19, **22**, **25**, **29** et **32** avaient reçu 6,000 kilos; **20**, **23**, **26**, **30** et **33** avaient reçu 4,500 kilos comme l'ensemble de la pièce, tandis que **21**, **24**, **26** *bis*, **31** et **34** n'en avaient eu que 3,000 kilos.

Sur les betteraves Vilmorin, ces différences de fumure n'avaient montré aucune action sensible ; sur les betteraves Dippe l'effet avait été plus marqué, les carrés à 6,000 kilos de tourteaux avaient donné 500 kilos de racines de plus que ceux qui n'avaient reçu que 4,500 kilos; entre ces derniers et ceux dont la fumure avait été réduite à 3,000 kilos, la différence était de 1,800 kilos.

On aurait donc été conduit à penser qu'il était inutile de forcer la dose de tourteaux; toutefois cette conclusion était peut-être prématurée, car le reliquat des fortes fumures pouvait exercer une influence marquée sur le blé succédant aux betteraves.

L'expérience de cette année devait donc conduire à étudier l'influence qu'exerce sur le rendement du blé les résidus non épuisés des tourteaux appliqués en quantités variables.

Les trois parcelles **27** *bis*, **27**, **28** ont reçu l'an dernier 6,000 kilos de tourteaux, mais sur **27** *bis*, la dose de superphosphates avait été doublée, sans effet sensible; **27** et **28** avaient la dose de superphosphates répandue sur toute la pièce, mais en outre, du chlorure de potassium à la dose de 200 kilos à l'hectare pour **27** et de 400 kilos pour **28**.

Cette addition n'a pas donné de résultats. La récolte n'a été augmentée ni en quantité ni en qualité. Les chlorures étant très solubles dans l'eau, il serait possible, malgré la propriété de l'argile de retenir la potasse, qu'ils n'eussent pas persisté dans le sol. Il était intéressant de le vérifier en pesant les produits de chacun de ces carrés d'essai.

Enfin quelques carrés ont reçu cette année des fumures d'engrais salin pour savoir s'ils exerceraient sur cette pièce déjà enrichie par les fumures précédentes une influence heureuse.

Par une cause inconnue, nos résultats ne permettent pas de les

TABLEAU V. — CULTURE DU BLÉ A WARDRECQUES EN 1888 (APRÈS BETTERAVES).

NUMÉROS des carrés.	FUMURES DISTRIBUÉES EN 1887.	FUMURES DISTRIBUÉES EN 1888.	QUINTAUX de grain.	POIDS de l'hectolitre.	HECTOLITRES de grain.	QUINTAUX de paille.	VALEUR du grain à 20 fr. l'hectolitre.	VALEUR de la paille à 5 fr. le quintal.	VALEUR de la récolte.	DÉPENSES totales.	BÉNÉFICE.
				Kil.			Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.
20 *bis*.	4500 kil. tourteaux; 400 kil. superphosphate; 150 kil. azotate de soude..................	100 kil. azotate de soude; 83 kil. sulfate d'ammoniaque..............	43.5	77.5	56.2	59.5	1,124	297	1,421	643	778
19...	6000 kil. tourteaux; 400 kil. superphosphate; 150 kil. azotate de soude..................	Sans engrais......................	46.1	77.5	59.5	59.5	1,190	297	1,487	588	899
20...	4500 kil. tourteaux; 400 kil. superphosphate; 150 kil. azotate de soude..................	Sans engrais......................	41.3	77.7	53.2	57.0	1,064	285	1,349	588	761
21...	3000 kil. tourteaux; 400 kil. superphosphate; 150 kil. azotate de soude..................	Sans engrais......................	41.3	77.8	53.2	59.0	1,064	295	1,359	588	771
22...	6000 kil. tourteaux; 400 kil. superphosphate; 150 kil. azotate de soude..................	Sans engrais......................	44.6	77.5	57.6	63.0	1,152	315	1,467	588	879
23...	4500 kil. tourteaux; 400 kil. superphosphate; 150 kil. azotate de soude..................	Sans engrais......................	42.3	77.6	54.6	59.5	1,092	297	1,389	588	801
24...	3000 kil. tourteaux; 400 kil. superphosphate; 150 kil. azotate de soude..................	Sans engrais......................	40.6	77.0	52.8	58.0	1,056	290	1,346	588	758
25...	6000 kil. tourteaux; 400 kil. superphosphate; 150 kil. azotate de soude..................	Sans engrais......................	41.9	76.8	54.6	57.5	1,092	287	1,379	588	791
26...	4500 kil. tourteaux; 400 kil. superphosphate; 150 kil. azotate de soude..................	Sans engrais......................	42.5	77.0	55.3	58.7	1,106	293	1,399	588	811
26 *bis*.	3000 kil. tourteaux; 400 kil. superphosphate; 150 kil. azotate de soude..................	Sans engrais......................	40.6	77.8	52.3	58.2	1,046	291	1,337	588	749
27 *bis*.	6000 kil. tourteaux; 800 kil. superphosphate; 15 kil. azotate de soude..................	Sans engrais......................	42.8	77.8	55.0	57.0	1,100	285	1,385	588	797
27...	6000 kil. tourteaux, 400 kil. superphosphate; 150 kil. azotate de soude; 200 kil. chlorate de potasse..................	Sans engrais......................	42.2	78.2	54.0	56.0	1,080	280	1,360	588	772
28...	6000 kil. tourteaux; 400 kil. superphosphate; 150 kil. azotate de soude: 400 kil. chlorate de potasse..................	Sans engrais......................	41.0	78.1	52.6	53.5	1,052	267	1,319	588	731
29..	6000 kil. tourteaux; 400 kil. superphosphate; 150 kil. azotate de soude..................	400 kil. superphosphate...........	41.4	77.8	53.3	55.5	1,066	277	1,343	615	728
30...	4500 kil. tourteaux; 400 kil. superphosphate; 150 kil. azotate de soude..................	200 kil. azotate de soude..........	39.1	76.8	51.0	56.5	1,020	282	1,302	638	664
31...	3000 kil. tourteaux; 400 kil. superphosphate; 150 kil. azotate de soude..................	400 kil. superphosphate............	36.8	77.3	47.7	49.5	954	247	1,201	615	586
32...	6000 kil. tourteaux; 400 kil. superphosphate; 150 kil. azotate de soude..................	400 kil. superphosphate; 200 kil. chlorure de potassium..............	40.1	77.5	51.8	53.0	1,036	265	1,301	659	642
33...	4500 kil. tourteaux; 400 kil. superphosphate; 150 kil. azotate de soude..................	200 kil. chlorure de potassium.....	33.5	76.1	44.2	47.0	884	235	1,119	632	487
34...	3000 kil. tourteaux; 400 kil. superphosphate; 150 kil. azotate de soude..................	166 kil. sulfate d'ammoniaque......	30.4	75.8	40.2	54.0	804	270	1,047	648	426
20 *ter*.	4500 kil. tourteaux; 400 kil. superphosphate; 150 kil. azotate de soude..................	100 kil. azotate de soude; 83 kil. sulfate d'ammoniaque..........	34.9	75.7	46.2	49.5	924	247	1,171	643	528

prendre en considération. Nous y reviendrons plus loin. Cependant l'ensemble du tableau montre que malgré les intempéries, les rendements, sur cette terre excellente, sont encore fort élevés ; en général le rendement atteint et dépasse 50 hectolitres à l'hectare, chiffre autrefois considéré comme un maximum.

Les intempéries n'ont donc pas exercé une action très sensible sur la quantité de blé récolté, les rendements de paille à l'hectare sont assez bons, analogues à ceux des carrés d'essai de 1887, mais la qualité du grain laisse plus à désirer.

Il n'est pas moins curieux de voir qu'une année pluvieuse, froide, ne compromet que médiocrement les récoltes sur les terres d'excellente qualité, bien cultivées, comme est cette pièce de Wardrecques, tandis que sur la terre compacte de Blaringhem, l'influence de la mauvaise saison a été très sensible.

Si pour préciser l'influence des arrières fumures nous réunissons les parcelles qui ont reçu l'an dernier les mêmes doses de tourteaux, mais auxquelles on n'a donné cette année aucune fumure, nous trouvons les chiffres suivants :

	Grain Quint. mét.	Paille Quint. mét.
Moyenne de **19,22,25** : 6,000 kil. tourteaux en 1887	44.2	60.0
Moyenne de **20,23,26** : 4,500 kil. tourteaux en 1887	42.0	58.4
Moyenne de **21,24,26** *bis* : 3,000 kil. de tourteaux en 1888	40.9	58.4

L'influence de l'arrière fumure est donc sensible, mais elle l'est médiocrement. On voit qu'en doublant la dose de tourteaux pour betteraves, en faisant passer la fumure de 3,000 à 6,000 kilos on obtient à peine quatre quintaux métriques de grains en surplus et un surcroît de paille qui n'atteint même pas deux quintaux ; la fumure de 3,000 kilos à l'hectare est donc suffisante.

Les essais d'engrais minéraux divers sur la série des carrés de 27 *bis* à 20 *ter* sont malheureusement annulés par une ou plusieurs causes d'erreurs qui nous sont inconnues. Si les rendements de ces carrés avaient été seulement égaux à ceux de la bande de carrés latérale avec lesquels ils étaient mis en comparaison, on aurait pu conclure à l'inutilité des engrais ajoutés, mais nous les voyons tous

très inférieurs, et, pour quelques-uns, dans des proportions tout à fait anormales.

Il est impossible d'admettre que la faible addition de 166 kilos de sulfate d'ammoniaque, par exemple, sur 34 à comparer à 21, ait pu être nuisible au point de faire descendre la récolte de 25 p. 100 (30qm4 au lieu de 41qm3).

Il n'y a donc rien à conclure des expériences de cette année sur toute la bande de carrés de cette série 27 *bis*, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 20 *ter*.

Culture générale du blé à Wardrecqués en 1888. — Le blé a été cultivé à Wardrecques sur six pièces différentes, dont les désignations et les superficies sont inscrites au tableau n° VI.

La pièce Wa/9p qui dépasse un hectare donne après trèfle 34qm54 de grain pesant 77 kilos à l'hectolitre; c'est une récolte moyenne, passable pour l'année.

Wa/89 après betteraves donne 38qm, 30 correspondant à 49hl62 rendement supérieur à celui de la pièce prédédente.

TABLEAU VI. — CULTURE GÉNÉRALE DU BLÉ A WARDRECQUES EN 1888.

DÉSIGNATION DES PIÈCES.	SUPERFICIES NETTES.	HECTOLITRES par HECTARE.	POIDS de L'HECTOLITRE.	QUINTAUX par HECTARE.	CULTURE DE 1887.
	h. a. c.				
Wa/9p..........	1 17 58	44.86	77.0	34.54	Trèfle.
Wa/89..........	55 05	49.62	77.2	38.30	Betteraves.
Wa/87..........	3 33 74	53.20	78.5	41.76	Betteraves.
Wa/87..........	43 91	56.93	78.0	44.40	Trèfle.
Wa/87..........	62 32	60.97	73.0	44.50	Carottes.
Wa/140...... ...	1 02 00	45.09	70.0	31.56	Betteraves.

C'est la grande pièce Wa/87 qui a fourni les meilleures récoltes; la partie après betteraves est moins bonne que celle où le blé a succédé au trèfle. En effet, non seulement le rendement monte à 44qm4, mais en outre le grain est de très bonne qualité, il pèse 78 kilos à l'hectolitre; la partie de la pièce où le blé a succédé à des carottes donne encore 44qm5 mais le grain ne pesait que

73 kilos à l'hectolitre, ce qui fait monter le rendement à l'hectare à 60hl97. Enfin la pièce Wb/140 ensemencée la dernière, plus d'un mois trop tard, à cause des intempéries, est la moins bonne, le rendement n'est que 31qm56 correspondant à 45hl09.

Les rendements de blé à Wardrecques ont été les suivants :

	Quint. mét. à l'hectare.	Poids de l'hectol.	Hectolitres à l'hectare.
1885	41.7	»	»
1886	48.8	75.0	65.0
1887	44.7	79.1	56.5
1888	39.2	75.6	51.7
Moyenne.	43.1		

C'est en 1887 que le grain a présenté le plus de qualité, en 1886, que la récolte a été la plus abondante, et en 1888, qu'elle a été la plus faible; toutefois, bien que les semailles aient été considérablement retardées, que la floraison se soit effectuée dans des conditions fâcheuses, et, qu'en un mot, la saison ait été déplorable, la bonne terre de Wardrecques donne encore au delà de 50 hectolitres, ce qui naguère aurait été considéré comme une récolte exceptionnelle.

IV. — Résultats économiques de la culture du blé à Blaringhem et à Wardrecques en 1888.

Nous avons déjà indiqué dans les mémoires précédents à quels chiffres s'élevaient nos dépenses de culture dans les départements du Nord et du Pas-de-Calais. Pour Blaringhem, les dépenses fixes sont de 417 francs par hectare[1]; si nous y ajoutons les dépenses de fumures se montant à 265 francs pour le fumier et à 30 francs pour le superphosphate, nous atteignons le chiffre de 712 francs pour les frais. — Cette année, l'hectolitre de blé s'est vendu 20 francs environ quand il n'a pas été livré comme blé de semences, la paille valait 5 francs le quintal; or, si on fait la moyenne des récoltes des quatre pièces de Blaringhem, on trouve qu'elles ont produit 41 hectol. 17 de grain; on n'a pas pesé la paille de toutes ces parcelles, mais en prenant pour représenter le produit la moyenne du champ d'expériences, on trouve seulement 42 quintaux métriques; la paille s'est en effet mal développée cette année. On voit donc

1. *Ann. agron.*, t. XIII, p. 27.

que la moyenne est de 41,17×20 = 823 fr. 40 pour le grain, de 210 francs pour la paille, ou ensemble de 1,033 fr. 40, laissant encore un bénéfice sensible.

A Wardrecques les dépenses générales sont plus fortes, elles se montent à 588 francs[1], le loyer étant beaucoup plus lourd qu'à Blaringhem, mais nous n'avons à compter aucune dépense d'engrais, toute la fumure étant toujours comptée aux betteraves qui l'ont reçue. Or la moyenne des six pièces de la culture générale est de 51 hect. 78, la paille comptée sur le champ d'expériences pèse 56 quintaux, on a donc pour le grain 51,78×20 = 1,035,60 et pour la paille 56×5 = 280, ou ensemble 1,315 fr. 60 de produit brut à l'hectare.

Nous ne saurions trop insister sur ce point : quand une terre, par des labours convenables, est arrivée à un excellent ameublissement, qu'elle est entretenue par de bonnes fumures, qu'enfin elle est ensemencée par des graines appartenant à une bonne variété, elle donne encore pendant les années peu favorables des produits rémunérateurs. En effet la différence entre les 1,315 francs, produit brut dans la culture générale, et les 588 francs de frais, soit 727 francs, est considérable. Remarquons du reste que les produits bruts obtenus dans les carrés d'expériences, sur la même pièce, sont aussi élevés puisque la moyenne en est de 1,325 francs, chiffre presque identique à 1,315.

V. — Aperçu général sur la culture du blé à épi carré en 1888.

Nous avons réuni dans le tableau ci-après l'ensemble des renseignements qui nous sont parvenus cette année; ils ont été obtenus sur des surfaces de dimensions très inégales qui ne doivent pas être éloignées d'une centaine d'hectares; l'expérience est donc très sérieuse.

Or, si nous comparons les rendements obtenus avec l'épi carré à ceux qui ont été fournis par les autres variétés, nous voyons que, dans le midi de la France, les récoltes signalées sont passées de 20 hect. 5 à 29 hect. 1; la différence est donc de 8 hect. 6; pour la région moyenne, la substitution de l'épi carré aux variétés habituellement semées fait passer la récolte de 27 hect. 2 à 36 hectol. 2[2], la diffé-

1. *Ann. agron.*, t. XIII, p. 31.

2. Dans le mémoire présenté à l'Académie, le 12 novembre 1888, les chiffres donnés

rence est de 9 hectol., enfin, dans la région septentrionale, nous trouvons que l'épi carré a fourni 48 hect. 8, au lieu de 41, c'est-à-dire 7 hect. 8 de différence. Il est donc manifeste que, cette année, la substitution a été très avantageuse, puisque avec des variétés diverses on a produit en moyenne 29 hect. 5, tandis qu'avec

	Hectolitres à l'hectare. Blé à épi carré.	Autres variétés.
M. Gallician (Bouches du Rhône)........	32.0	17.0
M. Poncabaré (Basses-Pyrénées).........	29.5	25.0
M. Desaux Lafforest (Dordogne)..........	30.0	23.3
M. le baron de Meynard (Corrèze)........	25.0	21.2
Moyenne de la région méridionale.	29.1	20.4
M. Roget (Vendée).....................	25	18
M. Fradin (Deux Sèvres)................	25	18
M. Dessaivre id.	31	21
M. Baudoin id.	34	20
M. Puichaud id.	38	23
M. Cordeau (Charente).................	31	29
M. Meresse (Loire-Inférieure)...........	21	»
M. Davost (Loire-Inférieure).............	38.0	36
MM. Defas frères (Sarthe)...............	55.5	44
M. Vasseur (Marne)....................	32.0	»
M. Chatelain (Aisne)...................	48.0	»
M. Berthault (Seine-et-Oise)............	50.0	35.0
M. Dehérain id.	42.2	27.9
Moyenne.	36.2	27.2
M. Lamerand Lebleu (Nord)...........	55	45
M. Pasquesoone Gadenne (Nord).........	51	»
M. Vandebeulque (Nord).................	43	»
Anonyme (Nord).......................	48	4
M. Wartelle (Nord).....................	40	»
M. Benoît Verriele (Nord)...............	42	28
M. Bayard (Pas-de-Calais)..............	37.5	»
M. Laurent id.	55.4	»
M. A. Bouve id.	58.3	»
M. Masclef Id.	63.0	51
M. Porion Blaringhem.................	41.2	»
— Wardrecques.................	51.7	»
Moyenne.	48.8	41.0

pour les moyennes des diverses parties de la France ne sont pas identiques à ceux que nous venons d'insérer dans ce mémoire, nous avons reçu depuis le mois de novembre quelques nouveaux renseignements qui modifient les moyennes, mais ne changent rien aux conclusions.

l'épi carré on en a produit 38 hect. 6 en 1888. En 1887 les rendements moyens de l'épi carré avaient été :

Région	méridionale	21.0
—	moyenne	33.5
—	septentrionale	49.3

Ou en moyenne de 34 hect. 6.

En comparant ces rendements aux 15 hectolitres produits habituellement en France, on voit quels progrès il reste à accomplir. Bien que notre pays consacre chaque année sept millions d'hectares à la production du froment, le rendement est si faible, qu'il nous faut en moyenne acheter à l'étranger dix millions d'hectolitres. Si, en employant des variétés plus prolifiques que celles qu'on sème aujourd'hui, on faisait monter la production de l'hectare de deux ou trois hectolitres, non seulement la France produirait tout ce qui est nécessaire à sa consommation, mais elle pourrait en outre exporter des excédents.

Il n'est pas besoin de dire qu'il ne suffit pas de choisir une bonne variété de blé pour être certain d'obtenir une abondante récolte, il faut encore se placer dans des conditions que nous allons essayer d'indiquer, en profitant des observations de nos correspondants et de celles que nos nombreux essais nous ont permis de recueillir.

Et tout d'abord, on a pu voir que nos renseignements sur la culture de l'épi carré dans la région méridionale ne sont pas assez nombreux pour que nous puissions conseiller d'étendre considérablement son emploi : il faut, à notre avis, s'en tenir encore aux essais. Si en effet, cette année, la récolte a été de 29 hectolitres, elle n'a été que de 21 l'an dernier ; à notre avis, il serait imprudent de consacrer dès aujourd'hui de larges surfaces à une variété dont la résistance à la sécheresse n'est pas assurée.

En revanche, nous croyons fermement que cette variété est tout à fait à sa place dans la région moyenne de la France et surtout dans la région septentrionale.

L'épi carré donne les plus belles récoltes sur les terres fortes argileuses, bien assainies par le drainage; le semis en ligne nous a toujours mieux réussi que l'épandage à la volée; à Wardrecques, nous n'employons que 120 litres à l'hectare, en lignes, et à Blaringhem 180 litres à la volée; l'espacement des lignes doit être compris entre 0m15 et 0m20, et la semaille doit se faire très tôt.

Sur les terres fortes, arrivées à un haut degré de fertilité, comme celles de Wardrecques qui ont reçu, pour la récolte précédente de betteraves, une forte fumure de fumier ou de tourteaux, une nouvelle fumure organique pour blé est inutile; elle peut même devenir nuisible : nos correspondants nous ont signalé plusieurs échecs dus à ces fumures exagérées.

Sur ces terres fertiles, 300 kilogrammes de superphosphates à l'hectare si la terre manque d'acide phosphorique, et 200 kilogrammes d'azotate de soude ou de sulfate d'ammoniaque au printemps si la végétation est un peu languissante, sont suffisants.

Quand, au contraire, les terres fortes ne sont pas enrichies depuis longtemps, l'emploi du fumier à haute dose est indispensable. A Blaringhem, nous allons jusqu'à 50,000 kilogrammes de fumier à l'hectare ; nous ajoutons toujours 300 kilogrammes de superphosphates, et souvent, en outre, l'addition des engrais salins au printemps a montré une grande efficacité.

Sur des terres un peu légères qui souffrent aisément de la sécheresse, comme celles de Grignon, l'emploi du fumier pour blé est indispensable, même quand le blé succède au trèfle. On a obtenu de très bons résultats en répandant à l'automne de 20,000 à 30,000 kilogrammes à l'hectare, et 200 kilogrammes de nitrate de soude au printemps.

Si le blé succède aux betteraves et si celles-ci ont reçu 50,000 kilogrammes de fumier, 10,000 kilogrammes suffisent; si les betteraves n'ont eu que 20,000 kilogrammes, le blé peut en recevoir autant. L'addition du nitrate de soude au printemps est presque toujours avantageuse.

La qualité du blé à épi carré est analogue à celle des autres blés roux; d'après un travail consciencieux exécuté l'an dernier par M. Pagnoul, la richesse en matières azotées de l'épi carré analysé a été de 11.87, supérieure à la moyenne, 11.0, de l'ensemble des blés examinés[1].

En résumé, à défaut de terres d'une haute fertilité sur lesquelles la fumure pour blé n'est pas indispensable, il faut profiter de la résistance à la verse que présente l'épi carré pour lui donner

1. *Ann. agron.*, t. XIV, p. 263. — On trouvera, dans un des prochains cahiers des *Annales*, des observations très intéressantes de M. Didier sur la qualité du blé à épi carré.

d'abondantes fumures; c'est en les employant qu'on réussit à en obtenir des rendements qui naguère auraient paru fabuleux.

Il résulte toutefois, non seulement de nos propres observations, mais aussi de celles de plusieurs de nos correspondants, que la réussite est bien moins assurée par une forte fumure récente, que par l'enrichissement dû à des fumures antérieures.

DEUXIÈME PARTIE. — CULTURE DES BETTERAVES.

L'assolement que nous avons adopté sur presque toute l'étendue des terres de Wardrecques, et, entre autres, sur les pièces où sont installés nos carrés d'expériences, est biennal : betteraves avec fumure de tourteaux et d'engrais chimiques, puis blé sans engrais ou avec addition d'engrais chimiques en couverture au printemps.

En éliminant ainsi les autres cultures, telles que avoine, fourrages, fèves, etc., qui donnent moins de bénéfices, nous faisons, il faut le reconnaître, une expérience; et nous ne prétendons pas qu'il soit possible de continuer indéfiniment un tel assolement et de ne donner que des fumures sans fumier.

Il y a bien des considérations à prévoir à ce sujet, nous nous bornerons à les mentionner; c'est l'avenir seul qui pourra nous dire si elles sont fondées.

Au point de vue physique, les feuilles de betteraves et les éteules de blé suffisent-elles à maintenir à la terre ses qualités physiques, comme le ferait le fumier? Au point de vue chimique, on ne peut se dissimuler que les tourteaux même additionnés d'engrais chimiques tels que : nitrate de soude, phosphates, sels potassiques ne donnent pas à la terre *tous* les éléments que le fumier lui restitue. Les éléments qui ne lui sont apportés que par le fumier sont-ils nécessaires ou même seulement utiles? Les feuilles de betteraves, il est vrai, rempliront peut-être le même but. Dans les cultures de betteraves riches, elles sont très abondantes (au moins le même poids que la récolte de racines soit 40 à 50,000 kilogrammes à l'hectare); d'après l'analyse que nous avons faite, elles rendent à la terre, par hectare, 140 kilogrammes d'azote, 40 kilogrammes d'acide phosphorique et 160 kilogrammes de potasse; mais donneront-elles autant d'humus que le fumier? La suppression des trèfles, dans l'assolement, fait

perdre en outre le bénéfice de l'azote de l'air apporté à la terre par les légumineuses, azote qui ne coûte rien[1].

Nous ne voulons, en posant toutes ces questions, qu'appeler l'attention sur elles.

Enfin, une difficulté à prévoir, et elle est grave, est celle des insectes nuisibles qui souvent pullulent dans les champs portant féquemment les plantes qui leur conviennent.

L'avenir nous dira ce qu'il en est à cet égard, car nous avons l'intention de poursuivre cette expérience aussi longtemps que possible. Jusqu'à présent nous n'avons eu que des dégâts sans importance.

Le seul insecte dont nous ayons souffert est le « Taupin des moissons », petit coléoptère annelé, de couleur jaunâtre, d'une longueur de 10 à 15 millimètres et de 1 millimètre environ de grosseur. C'est un insecte qui s'attaque particulièrement aux blés, aux jeunes betteraves lors de la levée et notamment aux pommes de terre.

Nous nous sommes décidés à lui faire la chasse lors de la levée des betteraves par un moyen qui pourra paraître peu pratique et qui cependant était commandé dans l'intérêt de l'avenir. Nous avons fait fouiller autour de chaque touffe de petites betteraves non encore démariées, lorsqu'on y remarquait des feuilles flétries; on déterrait habituellement autour des jeunes betteraves attaquées 4, 5 ou 6 taupins.

Ce travail, qui serait énorme, s'il fallait fouiller tout le champ, est bien simplifié par les indications que donne la flétrissure des feuilles, elle avertit les ouvrières employées à cette besogne des points où elles doivent chercher. Elles peuvent ainsi passer assez rapidement le long des lignes de betteraves et ne s'arrêter qu'aux endroits où les feuilles sont flétries. On a pu ainsi, en quelques semaines, pour une dépense de 18 francs de main-d'œuvre, enlever environ 7,000 taupins sur une superficie de 6 hectares plantés en betteraves. Les champs ont été préservés, il n'y a eu que très peu de manquants; et nous avons surtout, nous le croyons, préservé l'avenir, en attaquant ainsi le mal à son début.

La dépense a été amplement regagnée, car, évidemment, les 7,000 taupins et *leur génération* future auraient fait des dégâts pour plus de 18 francs.

1. Voy. *Annales agronomiques* du 25 novembre 1888, p. 481, et le mémoire de MM. Helriegel, Wilfarth, numéro de janvier 1889.

Après cet exposé de notre assolement et de ses conséquences possibles, nous abordons la relation de nos études de cette année. Nos expériences portent sur deux questions, celle des graines et celle des engrais.

I. *Choix de la Graine.* — Il est manifeste que l'impôt étant perçu aujourd'hui sur la betterave et non plus sur le sucre achevé, il y a avantage à produire des racines très riches que les fabricants peuvent payer un prix élevé ; pour obtenir ces racines très sucrées, il importe d'abord de bien choisir la graine à semer.

Tous les cultivateurs en sont aujourd'hui bien convaincus, mais ils hésitent parfois à acquérir ces graines de premier choix à cause de leur prix élevé. Nous avons voulu voir, comme nous l'avons déjà fait l'an dernier, s'il était nécessaire de recourir, chaque année, à l'achat de ces graines, chez les producteurs spéciaux, ou si le cultivateur pouvait, après un premier achat, acclimater chez lui les bonnes races de betteraves, sans leur faire perdre leur qualité.

Nous avons mis en comparaison :

1° Des graines Vilmorin (blanche améliorée) d'importation directe ;

2° Des graines récoltées chez nous au moyen de mères qui provenaient elles-mêmes des graines Vilmorin directes ; nous les désignerons : Vilmorin 1re acclimatation.

3° Des graines provenant de mères, issues des graines ci-dessus ; nous les désignerons : Vilmorin 2e acclimatation.

4° Des graines Dippe directes.

5° Des graines Dippe 1re acclimatation.

6° Des graines Dippe 2e acclimatation.

Ces diverses graines ont été semées par bandes de 2m40 de largeur sur 100 mètres de longueur, dans un même champ de composition homogène, et ayant reçu une fumure bien également répartie. Nous parlerons plus loin d'une septième bande, graine pour distilleries, qui se rapporte à une question spéciale.

Les résultats de cette comparaison entre les différentes graines sont inscrits dans le tableau VII.

Nous y voyons que les graines Vilmorin récoltées à Wardrecques ont donné par rapport aux *directes* une petite différence en argent en moins à la 1re acclimatation et une forte différence à la seconde. (Voy. tableau VII.)

Les différences ont été plus accentuées et plus régulières dans les trois bandes de graines Dippe importation directe, Dippe

1re acclimatation, et Dippe 2e acclimatation. Nous voyons, en effet, au tableau VII, qu'au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la graine d'origine, les poids vont en montant et les densités en descendant.

TABLEAU VII. — ESSAI DES DIVERSES GRAINES DE BETTERAVES.

NOMS DES GRAINES.	POIDS des betteraves à l'hectare.	DENSITÉ du jus.	SUCRE 1 degré de densité.	SUCRE par décilitre de jus.	SUCRE p. 100 de betteraves.	VALEUR de la récolte.
				Gr.		Fr.
1° Vilmorin directes...	43.100	7°60	2.20	16.74	14.77	1659
2° Vilmorin 1re acclimatation.........	42.300	7°55	2.21	16.71	14.75	1600
3° Vilmorin 2e acclimatation............	43.100	7°00	2.21	15.50	13.76	1336
4° Dippe directes......	45.100	7°40	2.21	16.39	14.50	1623
5° Dippe 1re acclimatation.............	47.300	7°00	2.24	15.68	13.92	1466
6° Dippe 2e acclimatation.............	51.800	6°90	2.20	15.22	13.50	1554
7° Graine, pour distillerie............	62.600	5°55	2.08	11.51	10.37	1126

Si l'on s'en rapportait à cette seule expérience, on pourrait en conclure que les graines de l'excellente race Vilmorin, pas plus que celles de Dippe, ne conservent indéfiniment leurs caractères, quand elles sont cultivées dans la région septentrionale.

Mais ce serait évidemment une conclusion prématurée ; il faudra les expériences de plusieurs années, confirmatives du même fait et aboutissant aux mêmes résultats, pour être à l'abri des causes d'erreurs. Elles sont nombreuses ici, en effet, car on a à compter, non seulement avec les influences climatériques de l'année de l'essai, mais avec celles des années où ont été récoltées les mères, et aussi celles des années où ont été produites les graines elles-mêmes.

On ne pourrait donc, que sous toutes réserves, nous le répétons, conclure à une dégénérescence, comme richesse.

L'accroissement de poids ne fait pas compensation : si nous

admettons par exemple que les racines soient vendues au prix de 31 francs les 1,000 kilogrammes pour une densité de 7° et que les prix varient à raison de 1 fr. 25 d'augmentation au-dessus de 7° et 1 franc de diminution au-dessous de 7° par dixième de degré, nous voyons qu'on aurait obtenu, en produit brut, à l'hectare :

	Kilos.		Fr.		Fr.
Dippe directe	45,100	à	36,	soit	1,623
Dippe, première acclimatation	47,300	à	31,	soit	1,466
Soit 157 francs de moins.					
Dippe, deuxième acclimatation	51,800	à	30,	soit	1,554
Soit 69 francs de moins que les directes.					

Le cultivateur ne doit donc pas se désintéresser de cette question de dégénérescence qui se traduit par une diminution de la densité, en se fiant, pour y faire compensation, sur l'accroissement de poids qui l'accompagnerait. Il doit s'en désintéresser d'autant moins que la qualité de ses betteraves baissant, les transactions avec le fabricant de sucre, son acheteur, deviendraient plus difficiles ; et qu'il s'approcherait de la limite où les betteraves deviendraient invendables en sucrerie.

Quant à les vendre en distillerie, ce serait encore plus désavantageux pour lui ; cette industrie n'achetant, en général, qu'à prix fixe.

Il n'aurait donc ni les énormes poids des betteraves à gros rendement et à faible degré, ni les hauts prix des betteraves riches destinées à la fabrication du sucre.

Cette remarque nous amène à rendre compte du résultat d'une septième bande où nous avions semé une graine dite pour distillerie.

Cette graine, désignée Distillerie au tableau VII, avait été sélectionnée par l'un de nous, il y a quelques années, à l'effet d'obtenir une race à gros rendements et d'une densité d'au moins 5 degrés (car, même en distillerie, les prix deviennent variables, au-dessous de cette qualité.)

La bande « Betteraves Distillerie » a donné 62.500 kilos à l'hectare en betteraves à 5°55, contenant 11gr.51 de sucre par décilitre de jus.

Ces betteraves n'auraient pas été acceptées en sucrerie et pour la distillerie elles auraient été vendues environ 18 francs les 1,000 kilos (cours de cette année), l'hectare aurait rapporté en pro-

duit brut 62,500 kilos à 18 francs les 1,000 kilos, soit 1,126 francs, chiffre inférieur de 400 à 500 francs à ce que produisent les betteraves riches.

Dans les conditions actuelles du marché, la culture de la betterave pauvre n'est donc rémunératrice, que lorsqu'on en obtient de très hauts rendements. Il faudrait 90,000 kilos à 18 francs pour reproduire le chiffre de 1,620 francs à l'hectare que nous avons vu plus haut. Aurait-on atteint ce chiffre par une fumure plus forte? C'est possible, mais il aurait fallu pour cela ne pas se borner à employer la fumure pour betteraves riches et ajouter aux engrais distribués du fumier et du nitrate. La solution de cette question demanderait, au reste, une étude spéciale dont nous n'avons pas jusqu'ici les éléments, et la graine employée ne nous renseigne même pas bien, car elle avait été récoltée il y a six ans (elle a, du reste, bien levé). Notons seulement, à cet égard, un fait qui nous a surpris :

Il est connu, qu'en général, les betteraves riches à rendement relativement faible, produisent, en somme, moins *de sucre* par hectare que les betteraves pauvres à gros rendement. Ce fait ne s'est pas vérifié ici :

Les graines Vilmorin directes, par exemple, du tableau qui précède, ont donné 43,100 kilos de betteraves à 7°6 contenant 16^{gr},74 de sucre par décilitre, ce qui correspond à 14.77 sucre p. 100 de betteraves $\left(\frac{16.74 \times 95}{107,5} = 14.77\right)$ et multipliant les 43.100 par 14.77 p. 100, nous trouvons 6,365 kilos de sucre produit par hectare.

Calculant, de même, la production en sucre à l'hectare, des betteraves pour distillerie, ci-dessus, nous trouvons :

Que ces betteraves à 5°55 contenant 11^{gr},51 de sucre par décilitre et par conséquent 10,35 p. 100 de betteraves $\left(\frac{11.51 \times 95}{105.55} = 10.37\right)$ ont produit par hectare 62,500 kilos de betteraves à 10.37 p. 100, soit 6,468 kilos de sucre, chiffre presque pareil à celui des betteraves riches.

Notre poids de 62,500 kilos était donc trop faible, comme nous l'avons remarqué déjà d'après la valeur de la récolte en produit brut; et en résumé, il faut, quand on cultive une espèce de ce genre, obtenir des poids au moins doubles de ceux des betteraves riches, sans quoi, c'est une culture non rémunératrice.

II. — Action des engrais.

Il est ressorti de nos essais de l'an dernier que des doses de tourteaux au delà de 3,000 kilos à l'hectare n'augmentaient pas la récolte, sur notre terre de Wardrecques, dans une proportion sensible, et en tous cas, pas assez pour payer les frais supplémentaires qu'occasionne l'achat de l'engrais.

L'année dernière ayant été particulièrement sèche, nous pouvions peut-être attribuer à cette cause l'insuccès des suppléments d'engrais; nous avons donc refait, cette année, la même expérience. On verra au tableau VIII que les carrés B et 4 ont reçu des tourteaux à raison de 6,000 kilos l'hectare, C et 1 en ont reçu 4,500 kilos et D et 2 en ont reçu 3,000 kilos. Ces six carrés ont, d'ailleurs, reçu aussi du nitrate de soude et du superphosphate.

Avant de discuter les résultats de ces expériences, nous devons donner ceux des témoins, qui avaient reçu, comme la pièce entière, 2,650 kilos de tourteaux; 300 kilos de nitrate (dont moitié aux semailles et moitié après la levée) et 500 kilos de superphosphate. Ces carrés, témoins, A *bis*, H *bis*; 1 *bis*, 8 *bis* ont donné, en moyenne, 43,875 kilos de betteraves à 7°09.

Voyons maintenant les moyennes, deux à deux, des six carrés à doses variables de tourteaux.

B et 4 ont donné en moyenne 41,750 kilogrammes de betteraves à 7°,07;

C et 1 ont donné en moyenne 41,900 kilogrammes de betteraves à 7°,05;

D et 2 ont donné en moyenne 42,500 kilogrammes de betteraves à 7°,12.

Ils sont donc tous pareils entre eux (il y a même un petit avantage en faveur de ceux qui ont reçu le moins de tourteaux) et ils sont tous inférieurs aux carrés témoins. Cette infériorité peut n'être qu'un hasard et, en tous cas, nous nous garderons d'en risquer l'explication.

Nous dirons seulement, sous la forme la plus dubitative, que peut-être? cet excès d'azote non accompagné d'un complément équivalent de phosphates et de sels potassiques a poussé aux feuilles[1], à la faveur de l'extrême humidité de l'année et que cela

1. Il est connu que les betteraves riches ont toujours des feuilles abondantes, mais, cette année, il y avait sous ce rapport une exubérance anormale.

TABLEAU VIII. — CULTURE DES BETTERAVES VILMORIN DIRECTES A WARDRECQUES EN 1888.

DÉSIGNATION des carrés.	FUMURES DISTRIBUÉES.	POIDS des betteraves.	DENSITÉ du jus.	SUCRE par décilitre de jus.	SUCRE par degré de densité.	PRIX de la tonne de betteraves.	PRODUIT brut.	PRIX de la fumure.	DÉPENSES totales.	PRODUIT net.
		Kil.		Gr.	Gr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.
A *bis*......	2650 kil. tourteaux; 300 kil. azotate de soude; 500 kil. superphosphate........................	44.000	7.0	15.32	2.19	31.00	1364	348	955	409
A.........	1400 kil. tourteaux; 900 kil. azotate de soude; 300 kil. superphosphate........................	44.900	7.1	15.58	2.19	32.25	1448	373	980	468
B.........	6000 kil. tourteaux; 150 kil. azotate de soude: 300 kil. superphosphate........................	42.500	7.0	15.58	2.22	31.00	1317	598	1205	112
C.........	4500 kil tourteaux; 150 kil. azotate de soude; 300 kil. superphosphate........................	42.300	6.9	15.22	2.20	30.00	1269	463	1070	199
D.........	3000 kil. tourteaux; 150 kil. azotate de soude; 300 kil. superphosphate........................	43.300	7.2	15.94	2.21	33.50	1450	328	935	515
E.........	2650 kil. tourteaux; 300 kil. azotate de soude; 300 kil. superphosphate; 327 kil. pernes.........	42.300	7.3	15.80	2.18	34.75	1469	352	959	510
F.........	2650 kil. tourteaux; 300 kil. azotate de soude; 300 kil. superphosphate; 360 kil. scories..........	42.100	7.0	15.50	2.21	31.00	1305	355	962	343
G.........	2650 kil. tourteaux; 300 kil. azotate de soude; 300 kil. superphosphate; 654 kil. pernes.........	44.700	7.55	16.75	2.22	37.85	1691	370	977	714
H.........	2650 kil. tourteaux; 300 kil. azotate de soude; 300 kil. superphosphate; 720 kil scories.........	44.000	7.35	16.41	2.20	35.35	1555	375	982	573
H *bis*......	2650 kil. tourteaux; 300 kil. azotate de soude; 500 kil. superphosphate........................	44.000	6.90	15.32	2.22	30.00	1320	348	955	365
Moyenne générale.	2990 kil. tourteaux; 315 kil. azotate de soude; 340 kil. superphosphate........................	43.410	7.13	15.72	2.20	32.85	1426	371	978	448
1 *bis*......	2650 kil. tourteaux; 300 kil. azotate de soude; 500 kil. superphosphate........................	44.600	7.1	15.68	2.20	32.25	1438	348	955	483
1.........	4500 kil. tourteaux; 150 kil. azotate de soude; 300 kil. superphosphate........................	41.500	7.2	15.85	2.20	33.50	1390	463	1070	320
2.........	3000 kil. tourteaux; 150 kil. azotate de soude; 400 kil. superphosphate........................	42.200	7.05	15.85	2.24	31.60	1333	335	942	391
3.........	1400 kil. tourteaux; 900 kil. azotate de soude; 300 kil. superphosphate........................	42.300	7.15	15.50	2.18	32.85	1389	373	980	409
4.........	6000 kil. tourteaux; 150 kil. azotate de soude; 300 kil. superphosphate........................	41.000	7.15	15.50	2.18	32.85	1346	598	1205	141
5.........	2650 kil. tourteaux; 300 kil. azotate de soude; 600 kil. superphosphate........................	41.900	7.45	16.30	2.20	36.60	1533	354	961	572
6.........	2650 kil. tourteaux; 300 kil. azotate de soude; 700 kil. superphosphate........................	42.300	7.0	15.40	2.20	31.00	1311	361	968	343
7.........	2650 kil. tourteaux; 300 kil. azotate de soude; 800 kil. superphosphate........................	42.800	7.25	15.58	2.15	34.10	1459	368	975	484
8.........	2650 kil tourteaux; 300 kil. azotate de soude; 900 kil. superphosphate........................	44.600	7.1	15.85	2.23	32.25	1438	375	982	456
8 *bis*......	2650 kil. tourteaux; 300 kil. azotate de soude; 500 kil. superphosphate........................	42.900	7.35	16.57	2.25	35.35	1516	348	955	561
Moyenne générale.	3080 kil. tourteaux; 150 kil. azotate de soude; 530 kil. superphosphate........................	42.710	7.18	15.81	2.20	33 50	1430	393	1000	430

s'est fait au détriment de la racine. Remarquons, en effet, que la quantité de superphosphate n'était que de 300 kilos au lieu de 500 kilos dans le champ et les témoins. Nous n'avons, malheureusement pas, dans cette série d'expériences, de carrés ayant reçu en même temps qu'un surcroît de tourteaux, un complément de phosphates et de potasse; ils nous auraient peut-être fourni, par leurs résultats, la vérification de cette hypothèse; nous devons remettre à l'année prochaine une expérience dans ce sens.

Peut-être aussi notre excès d'azote organique des tourteaux, n'a-t-il pas pu se nitrifier, par suite de l'état particulier de la terre? Nous voyons, en effet, que le carré A, qui avait reçu un grand excès d'azote nitrique, a donné 44,900 kilos à 7°,1; c'est le meilleur rendement de la série; sa valeur n'a pas été diminuée par un abaissement de la densité, elle est semblable à la moyenne générale.

Sur les autres carrés de notre série, nous avons voulu comparer l'effet des engrais phosphatés divers, tels que : superphosphate; phosphate minéral de Pernes, et phosphate des scories de déphosphoration des fontes; et cela en variant les doses de chacun de ces phosphates.

Sans reproduire ici la composition des engrais de ces carrés E, F, G, H et 5, 6, 7, 8, qui sont inscrits à notre tableau VIII, nous ferons remarquer que les excès de phosphate n'ont donné de résultats un peu supérieurs à la moyenne des témoins, que dans deux cas : le carré 8 avec 900 kilos de superphosphate qui a fourni 44,600 kilos à 7° 1 et le carré G qui a reçu 300 kilos de superphosphate, plus 654 kilos de phosphate de Pernes; la récolte de ce dernier est de 44,700 kilos et la densité 7°,55 est la plus forte de la série.

Quant aux carrés sur lesquels ont été employées les scories, si H, avec 720 kilos supplémentaires est un peu supérieur à la moyenne (44,000 k.), F, par contre, avec 360 kilos seulement de scories, n'a donné que 42,100 kilos.

La seule conclusion qui paraisse, en résumé, ressortir des expériences de cette année, c'est que les nitrates et les phosphates à très haute dose ont fait plus d'effet que les engrais à azote organique. Cet insuccès des engrais à azote organique nous engage à essayer, l'an prochain, d'y adjoindre un agent nitrifiant, tel que du carbonate de chaux. C'est un ordre d'idées que nous n'avions, en effet, pas encore abordé dans nos expériences.

Rappelons, en terminant, que nous recommencerons l'étude

des hautes doses d'engrais azotés, tant organiques que minéraux, en comparant leurs effets quand ils sont isolés et quand ils sont associés aux autres éléments d'importance principale : l'acide phosphorique et la potasse.

II. — Résultats économiques de la culture des betteraves.

Si on examine, dans le tableau VIII, la dernière colonne dans laquelle est inscrit le bénéfice, on voit qu'il n'est élevé qu'autant que le prix de la fumure n'est pas excessif; le bénéfice n'atteint et ne dépasse 500 francs que lorsque les doses de tourteaux et de nitrates sont modérées. L'excès d'acide phosphorique, peu coûteux, a été plutôt avantageux, mais quand les fumures montent à 598 francs comme sur B et sur 4, les dépenses générales atteignent 1,205 francs à l'hectare et le bénéfice tombe au-dessous de 200 francs. Le résultat se déduit au reste des faits énoncés dans les pages précédentes : quand un engrais n'exerce pas sur la récolte une influence décisive son emploi devient absolument désavantageux.

Cette conclusion n'est pas infirmée par le mode de calcul que nous avons adopté de porter toute la dépense d'engrais à la récolte de betteraves qui la reçoit, car nous avons vu dans le paragraphe relatif à la culture du blé à Wardrecques, que les résidus des fortes fumures de tourteaux données aux betteraves, n'exercent sur le blé qui suit qu'une action médiocre, sauf les réserves que nous avons faites.

III. — Culture générale des betteraves.

Le tableau IX donne les résultats généraux de notre culture de betteraves.

La fumure a été de : 2,650 kilos de tourteaux à l'hectare, dont moitié mis avant l'hiver et moitié au printemps, et de 500 kilos de superphosphate avant l'hiver. Au printemps nous avons ajouté 300 kilos de nitrate de soude, dont moitié aux semailles et moitié après la levée.

Cette fumure diffère de celle de l'année précédente, dans ce sens que nous avons remplacé une partie des tourteaux par son équivalent en azote de nitrate de soude, en mettant 300 kilos de nitrate au lieu de 150 précédemment, et que nous avons porté la dose de superphosphate de 400 à 500 kilos.

TABLEAU IX. — CULTURE GÉNÉRALE DES BETTERAVES A WARDRECQUES EN 1888.

NUMÉROS DES PIÈCES.	SUPERFICIES nettes.	ORIGINE des graines semées.	FUMURE DISTRIBUÉE A L'HECTARE.	POIDS des racines recueillies à l'hectare.	DENSITÉ du jus.	PRIX de la tonne.	PRODUIT brut à l'hectare.	DATES. du semis.	DATES. de l'arrachage.
	h. a. c.					Fr.	Fr.		
$W_b/87$..	1.37.81	Dippe (1re génération)...	2650 kil tourteaux; 300 kil. nitrate de soude; 500 kil. superphosphate.	43.512	6.71	28.00	1218.33	2 mai...	10-11 octobre.
$W_a/92$..	99.69	Vilmorin (directes).......	2650 kil. tourteaux; 300 kil. nitrate de soude; 500 kil. superphosphate.	40.318	7.16	32.25	1300.00	28 avril.	4-5 octobre.
$W_a/92$..	70.41	Vilmorin (1re génération).	2650 kil. tourteaux; 300 kil. nitrate de soude; 500 kil. superphosphate.	40.727	7 07	31.00	1262.50	23 avril.	6-7 octobre.
$W_b/104$.	59.85	Vilmorin (directes)......	2650 kil. tourteaux; 300 kil. nitrate de soude; 500 kil. superphosphate.	37.398	7.06	31.00	1159.33	27 avril.	3 octobre.
$W_a/87$..	57.27	Vilmorin (1re génération).	Sans fumure......................	52.585	6.6	27.00	1419.79	5 mai...	27 octobre.
$R_a/101$..	90.84	Vilmorin (directes).......	2650 kil. tourteaux; 300 kil. nitrate de soude; 500 kil. superphosphate.	39.947	7.02	31.00	1238.35	25 avril.	1-2 octobre.
$C_c/70$...	37.00	Vilmorin (directes).......	2650 kil. tourteaux; 300 kil. nitrate de soude; 500 kil. superphosphate.	39.059	7.7	39.75	1552.59	1er mai..	27 octobre.
$C_c/70$...	16.88	Dippe (directes).........	2650 kil. tourteaux; 300 kil. nitrate de soude; 500 kil. superphosphate.	39.099	7.3	34.75	1260.94	28 mai..	8 novembre.
$C_a/37$...	42.64	Vilmorin (1re génération)..	2650 kil. tourteaux; 300 kil. nitrate de soude; 500 kil. superphosphate.	33.169	6.9	30.00	995.07	....	....

Il ne nous paraît possible de déduire l'effet produit, par ce petit changement dans les proportions des éléments des engrais, de la comparaison des résultats de 1888 à ceux de l'année dernière : les expériences ont eu lieu dans des champs différents et les conditions climatériques ont été absolument dissemblables.

Nous ne pouvons que prendre nos résultats de cette année et les comparer entre eux.

Au point de vue des graines, nous remarquons que les pièces W*b*/87 et W*a*/92 plantées, l'une en Dippe et l'autre en Vilmorin, ont donné des résultats qui s'accordent avec ceux qu'ont fourni nos expériences des bandes, c'est-à-dire que les Dippe ont donné plus de poids et moins de degrés, et cela à peu près dans les mêmes proportions.

Au point de vue des engrais, nous signalons la pièce W*a*/87. C'est une terre où ont été déversées autrefois des vinasses de distillerie, décantées claires, dont on n'avait pas le moyen de se débarrasser autrement. Ces vinasses contiennent, on le sait, beaucoup d'azote, d'acide phosphorique, et de potasse, le tout en *dissolution*. Notons, en passant, qu'il y a plus de six ans que ces vinasses ont été absorbées par la terre. C'est donc ce qu'on pourrait appeler un champ d'une vieille force, et contenant les engrais à un état facilement assimilable.

Il a donné 52,585 kilos à l'hectare en betteraves Vilmorin, première génération, à 6°,6. C'est beaucoup plus de poids que la moyenne des autres champs; c'est seulement un peu moins de densité, et, en somme, un produit brut supérieur à la moyenne des autres champs. Quant à son produit net, il est supérieur dans une beaucoup plus grande proportion, puisqu'on n'y avait fait aucune dépense d'engrais : mais cela n'intéresse en rien notre étude; la dépense avait été faite autrefois.

Ce que nous devons seulement remarquer, c'est que les éléments utiles y étaient tous ensemble pour ainsi dire équilibrés, depuis longtemps et à un état relativement bien assimilable. Cela s'accorde avec les réflexions que nous avons faites, à cet égard, dans notre discussion sur les résultats des carrés d'expériences.

Signalons, pour finir, la parcelle C*c*/70^{P} qui a donné un produit brut de 1,559 francs à l'hectare, grâce à la haute densité de ses betteraves. Il y a deux ans, ce même champ avait fourni à peu près le même poids, mais les betteraves recueillies marquaient de 8°5 à

9°0. Il nous donne, en quelque sorte, au point de vue de la densité, la mesure de l'effet désavantageux, comparativement à l'année 1886, des circonstances climatériques de cette année.

REVUE DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES.

Physiologie végétale.

Sur les tubercules des racines des Légumineuses, par M. A. PRAZMOWSKI[1]. — Les travaux de M. Hellriegel, dont il a été question ici même, ont de nouveau attiré l'attention sur les tubercules des racines des Légumineuses. D'après cet auteur, ces excroissances, qui sont des racines déformées, seraient le résultat du parasitisme d'une bactérie, mais il s'agirait ici, non d'un parasitisme proprement dit, mais plutôt d'une symbiose entre la racine et le microorganisme, symbiose telle que les bactéries communiqueraient à la Légumineuse la faculté d'assimiler l'azote atmosphérique. De cette façon s'expliquerait l'enrichissement du sol en azote après une culture de Légumineuses.

Sans insister sur l'historique de la question que nous avons déjà reproduit ailleurs et auquel nous avons à ajouter le récent travail de M. Bréal[2], rappelons simplement que même la nature et le rôle physiologique des corpuscules inclus dans les tubercules des racines demeurent incertains.

Le parenchyme central renferme un nombre incalculable de petits corpuscules qu'on appelle, depuis M. Brunchorst, « des bactéroïdes », et en outre, dans le même parenchyme, ou en dehors, des trainées analogues à des hyphes de champignons, qui, courbées de mille manières, traversent les cellules, tantôt s'élargissent en vésicules, tantôt au contraire s'atténuent en un fil aigu, tantôt s'appliquent exactement sur la paroi cellulaire, tantôt enfin s'avancent dans la cavité cellulaire sous la forme de protubérances variées. Nous les appellerons avec l'auteur des hyphes, quoique leur nature véritable demeure encore inconnue.

Pour ceux qui ne voient dans les bactéroïdes que des corpuscules albuminoïdes normaux déposés en guise de réserve par la Légumineuse, les hyphes ne sont que des hôtes accidentels sans aucune importance physiologique et manqueraient même chez le lupin et le haricot; dans tous les cas il n'y aurait aucune relation génétique entre ces hyphes et les bactéroïdes, tandis que les adversaires de cette doctrine vont jusqu'à faire des bactéroïdes de petits rameaux des hyphes, désarticulés à la manière des spores.

Bref, le peu que nous savons manque encore de preuves solides.

L'auteur répond d'abord à la question suivante : les tubercules des Légumineuses sont-ils des productions normales ou ne se développent-ils qu'à la suite d'une infection?

1. D'après une communication faite au Congrès des naturalistes polonais, le 20 juillet 1888. — *Bot. Centralbl.*, XXXVI, n°s 7, 8, 9.
2. *Ann. agron.*, t. XIV, p. 481.

Les résultats de tous les nombreux essais ont été parfaitement concordants.

1° Pots remplis de terre stérilisée et ensemencés avec un extrait aqueux de terre : nombreux tubercules sur la racine principale et sur les radicelles, surtout lorsque l'extrait aqueux n'avait pas été filtré.

2° Même résultat pour les pots ensemencés avec les tubercules écrasés.

3° Terre ordinaire non stérilisée : nombreux tubercules dans la terre de jardin, tubercules très rares dans le sable de rivière.

4° Terre stérilisée non ensemencée et arrosée avec de l'eau bouillie : jamais aucun tubercule.

Il est donc clair que les tubercules des racines n'appartiennent pas à l'organisation normale des Légumineuses, mais qu'ils sont le résultat de l'infection par certains organismes qui les habitent et dont les germes se trouvent également dans le sol. D'autres essais ont montré que l'infection n'a lieu que sur les jeunes racines, prises par exemple au moment du développement des poils radicaux. Si on examine au microscope la coupe de très jeunes tubercules à peine visibles à la loupe on y trouve des filaments assez particuliers analogues à des hyphes, qui, traversant les poils radicaux et l'épiderme, pénètrent dans les tissus sous-épidermiques. Ces filaments se distinguent par leur réfringence, courent à l'intérieur des poils radicaux en décrivant des sinuosités et leur surface est pour ainsi dire garnie de petites saillies : on n'y remarque d'ailleurs ni membrane ni contenu différencié d'une manière quelconque; mais les réactifs tuant les filaments, font apparaître une membrane rigide assez résistante qui entoure un contenu plasmatique auquel sont incorporés de très petits corpuscules en forme de bâtonnets. Le plus souvent dans l'épiderme, quelquefois seulement dans l'écorce, les filaments se ramifient en fournissant deux formes de rameaux, les uns qui, se courbant de différentes manières, pénètrent dans les couches profondes de l'écorce, les autres, renflés en vésicules irrégulières ou en tubes qui tantôt s'appliquent sur la membrane des cellules nourricières pour y former une sorte de revêtement plasmatique d'épaisseur variable, tantôt se dirigent dans l'intérieur des cellules qu'ils remplissent plus ou moins complètement. La potasse caustique les fait éclater, et le plasma écoulé laisse voir les petits corpuscules en bâtonnets qui se comportent vis-à-vis des réactifs absolument comme les bactéroïdes et ne sont autre chose que des bactéroïdes jeunes.

Dès que les filaments ont pénétré dans les parties profondes de l'écorce, les cellules commencent à se remplir de matériaux de construction, amidon et protoplasma; elles se divisent activement et c'est ainsi que se forme le tubercule ; d'ailleurs, dès le début, les différents tissus sont différenciés; en dehors se trouvent l'épiderme et les quelques assises de cellules pauvres en contenu qui constituent l'écorce du tubercule, au centre une masse cellulaire au contraire riche qui deviendra le tissu à bactéroïdes; entre les deux une zone qui devient le point végétatif du tubercule. Le tissu central est le plus important; c'est là que les filaments renflés en vésicules de forme variable abondent et qu'on trouvera bientôt par-ci par-là des cellules remplies d'un contenu fortement granuleux, précurseurs des véritables cellules à bactéroïdes et qui, ouvertes artificiellement, laissent échapper un contenu filant dans lequel sont suspendus d'innombrables bactéroïdes encore très petits et en forme de

bâtonnets courts. Au-dessous de ce tissu, dans le péricambium de la racine-mère et sans doute également dans le tissu situé plus à l'extérieur, prend naissance le corps libéro-ligneux du tubercule qui se ramifie dichotomiquement et s'applique à la limite externe du tissu à bactéroïdes.

Dans aucune des plantes étudiées, pois, haricot, lupin, vesce, trèfle, luzerne, les tubercules ne se développent ailleurs qu'à l'endroit précis où les filaments ont pénétré dans la racine. La pénétration de ces filaments a été observée à différentes reprises sur le haricot et le lupin, plantes qu'on a citées comme ne présentant pas de filaments à côté des bactéroïdes. Les filaments y sont au contraire extraordinairement abondants dans le jeune tubercule; ce n'est que plus tard qu'ils sont cachés par les bactéroïdes quoiqu'ils soient toujours présents même dans des tubercules de la grosseur d'un pois.

Ces observations nous permettent d'énoncer les trois propositions suivantes:

1° L'occasion de la formation des tubercules des racines est donnée par un champignon qui pénètre dans la racine; les tubercules ne sont pas des productions normales mais des productions anormales appartenant à la série des *mycocécidies* ou *mycodomaties*[1].

2° Le tissu central ou tissu à bactéroïdes qui constitue la partie la plus essentielle, la plus caractéristique de ces tubercules, est en même temps la partie où le champignon domine absolument ou presque absolument le tissu de la plante nourricière.

3° Les bactéroïdes qui remplissent les cellules de ce tissu ne sont ni des corpuscules albuminoïdes d'une forme définie, comme le veulent MM. Brunchorst, Tschirch, Frank et Van Tieghem, ni des spores détachées des filaments, comme l'avait d'abord pensé M. Frank et comme l'admettent MM. Prillieux et Marshall Ward, mais ces corpuscules naissent à l'intérieur des filaments longtemps avant la formation du tissu à bactéroïdes et peuvent y être retrouvés sans difficulté.

D'abord très petits, en forme de bâtonnets simples, les corpuscules ne tardent pas à grossir et on les trouve alors souvent réunis au nombre de deux, de trois ou même davantage, circonstance qui fait penser à une multiplication par gemmation ou scisiparité. Cependant M. Prazmowski n'a jamais directement observé la division quoiqu'il ait cultivé ces organismes dans différentes conditions de nutrition et de milieu. Il semble donc qu'ils ne puissent se multiplier que dans le tissu à bactéroïdes intact ou, plus exactement, dans le plasma vivant du champignon.

Parvenus à leur complet développement, les bactéroïdes sont deux à trois fois plus gros qu'au début et de forme variable suivant la plante nourricière. Tandis qu'ils conservent la forme de bâtonnets simples, analogues à des bactéries, chez le haricot et le lupin, ils sont fourchus et ramifiés chez le pois, la vesce et la luzerne et prennent, chez le trèfle, la forme d'une poire.

Le tissu générateur qui occupe le point végétatif du tubercule ajoute de nouvelles cellules au tissu à bactéroïdes en même temps que l'écorce et le système de faisceaux s'accroît; le nouveau tissu à bactéroïdes est envahi par le champignon à mesure qu'il se forme. Chez certaines plantes le point végétatif se

1. Voyez l'analyse de l'article de M. Lundström, *Ann. agron.*, t. XIV, p. 131.

bifurque plusieurs fois, d'où résulte la forme lobée des tubercules; chez d'autres ce méristème s'étend uniformément pour conserver au tubercule sa forme arrondie.

Peu à peu des changements importants se produisent dans les cellules à bactéroïdes. Des vacuoles apparaissent en grand nombre en même temps que les cellules augmentent de volume, se réunissent en une seule centrale et repoussent contre les parois les bactéroïdes et le plasma qui prend nettement une structure réticulée. C'est en ce moment que la ressemblance avec le *Plasmodiophora* de la hernie du chou est frappante. Il est possible que cette structure réticulée soit le précurseur de la formation des spores. Dans une même coupe du tubercule du pois, l'auteur a pu observer à côté de cellules à plasma réticulé d'autres états de la formation des spores et jusqu'aux spores parfaites. Il semble en effet que le plasma, d'abord pariétal, pousse vers l'intérieur des cellules des agglomérations en grappe de raisin composées de nombreuses vésicules inégales, le centre de la cellule restant libre et rempli d'un liquide hyalin. Les vésicules sont entourées d'une membrane, les petites insérées sur les grandes comme si elles étaient nées par gemmation; souvent elles crèvent, déversent leur contenu dans l'eau ambiante en laissant des poches vides qui, manifestement, communiquent entre elles. Le contenu évacué conserve longtemps (durant des heures et même des jours) la forme de la vésicule et constitue une colonie de bactéroïdes de nouveau très petits, en forme de bâtonnets simples, et reliés entre eux par une faible quantité de plasma.

Une seule et même préparation montre aisément tous les passages entre les agglomérations de vésicules et les spores. De petites vésicules continuent à pousser sur les plus grosses, toutes d'abord en continuité de cavité ne tardent pas à se séparer les unes des autres par une cloison et par former des tas de petites spores sphériques de $0^{m},005$ de diamètre, incolores lorsqu'on les observe isolément, légèrement brunâtres lorsqu'on les voit en masse. Dans quelques cas où les agglomérations primitives sont peu nombreuses ou même isolées dans la cellule à bactéroïdes, on aperçoit derrière elles un reste des filaments ou des hyphes qui semble leur avoir donné naissance.

Lorsqu'on fait une coupe suffisamment fine dans un tubercule âgé de haricot, on voit les cellules à bactéroïdes remplies de vésicules sphériques do différente grosseur qui s'échappent des cellules blessées, crèvent sous l'influence de l'eau et répandent dans le liquide ambiant un essaim de bactéroïdes.

La germination des spores n'a pas été observée.

Tels sont en résumé les résultats des observations de M. Prazmowski; quoiqu'il existe encore de nombreuses lacunes dans la succession des phénomènes, il semble cependant qu'il soit permis de se former dès à présent une opinion sur la véritable nature des tubercules des racines des Légumineuses et sur l'organisme qui les habite.

Cet organisme serait donc un champignon dans le sens large du mot et se rapprocherait surtout du *Plasnodiophora Brassicæ*, rangé lui-même parmi les myxomycetes. Il se distingue de cette espèce en ce que le plasma prend, dans la jeunesse, la forme de filaments simulant des hyphes, et en ce qu'il renferme toujours une multitude de corpuscules en bâtonnets, les bactéroïdes.

Que représentent ces bactéroïdes? Quoique l'observation de M. Marshal-Ward soit inexacte, il n'est pas démontré que les bactéroïdes ne sont pas des corps reproducteurs. Les essais d'infection directe qu'on a faits jusqu'à présent ne peuvent pas nous renseigner à ce sujet, parce qu'en même temps que les bactéroïdes, des portions de plasma ont pu être inoculées aux plantes hospitalières. Cependant, la constance presque absolue des tubercules sur les racines des Légumineuses fait présumer que la reproduction de l'organisme doit être extrêmement active : or, les spores dont il vient d'être question sont relativement rares et semblent ne se former que dans certaines conditions exceptionnelles; il faut donc qu'il y ait quelque autre mode de multiplication. Sans aucun doute, les bactéroïdes se répandent dans le sol en quantité incalculable; leur petitesse leur permet de pénétrer partout; les tubercules eux-mêmes sont attaqués par une foule d'animaux, larves d'insectes, anguillules, etc., qui se nourrissent aux dépens du contenu plasmatique; il serait difficile de trouver, au moment de la floraison, un seul tubercule un peu âgé, qui ne fût habité par ces animaux. La voie une fois ouverte permet aux bactéries de s'introduire dans l'organe et de le transformer au bout de peu de temps en une masse pâteuse qui se répand dans le sol. Les bactéroïdes cependant ne changent nullement d'aspect; l'expérience directe a même démontré que les bactéries de la putréfaction ne les attaquent pas.

Certains autres faits sont contraires à l'hypothèse de la multiplication par les bactéroïdes. Il est des plantes dont les tubercules résistent à la putréfaction même alors qu'ils ont été endommagés par les insectes, entre autres les diverses espèces de Lupin. Si on examine les vieux tubercules du Lupin, on voit que dans la partie bacilaire, proche de la racine-mère, les cellules sont complètement vidées. Ce fait, observé d'abord par M, Brunchorst, a servi de base à l'hypothèse de cet auteur, d'après laquelle les tubercules seraient des productions normales des racines chargées d'emmagasiner des matières albuminoïdes qui seraient enlevées et utilisées à l'époque de la fructification. Or, cet épuisement du tubercule est plus rare que ne l'admettent M. Brunchorst et, après lui, M. Tschirch et d'autres auteurs. Seul le Lupin le montre régulièrement; chez les autres plantes, haricot, pois, vesce, il ne s'observe que rarement, et les tubercules ainsi vidés sont toujours en retard sur les autres. D'un autre côté, l'observation montre que cet épuisement des tubercules n'est nullement en relation constante avec la maturation des fruits.

Le lecteur qni a lu le travail de M. Hellriegel tirera lui-même la conclusion convenable de cet ensemble de recherches. L'idée d'une symbiose entre la Légumineuse et un champignon paraît aujourd'hui s'imposer, mais de nouvelles recherches sont nécessaires pour que le mécanisme de cette mutualité et surtout de l'assimilation de l'azote libre soit entièrement élucidé.

Vesque.

Contributions à la morphologie et à la physiologie des bactéries, par M. Winogradsky[1]. — Il y a bon nombre d'années que M. Edm. Kayser a

1. *Berträge zur Morphologie u. Physiologie der Bacterien, Heft. I. Schwefbacterien*, Leipzig, 1888. — *Bot. Zeit.*, 1887, p. 4.

donné dans les *Annales agronomiques*[1] un aperçu de la classification de M. Cohn, reposant sur les formes des bactéries. Déjà à cette époque les morphologistes avaient en grande partie abandonné l'idée que ces formes répondaient réellement à autant de genres distincts et la publication de M. Kaiser pouvait à juste titre passer pour surannée. La plupart des savants, et parmi eux les autorités les plus incontestées en la matière, comme M. van Tieghem[2] et De Bary, avaient admis le pléomorphisme des bactéries : une seule et même espèce serait capable de revêtir, selon les conditions de milieu, les formes les plus diverses, et les yeuses de M. Cohn ne seraient plus, par conséquent, que des « yeuses de forme » (*formgenera*) comme s'exprime M. De Bary.

Il est curieux que l'histoire naturelle des bactéries ait eu à parcourir les mêmes stades que celle des champignons. De même que cette dernière a eu sa période de pléomorphisme, arrivée au point culminant avec M. Hallier, de même celle des bactéries, parvenue au point où la forme actuelle n'était plus qu'une chose passagère, semble maintenant subir une réaction analogue à celle qui a remis les mycologistes dans la bonne voie. Ce sont les travaux de M. Zopf sur les *Beygiatoa* et les *Cladothrix* qui marquent le dernier degré de la théorie pléomorphiste, mais déjà à l'époque où ces travaux ont été publiés (1879-1882) la théorie avait subi de sérieuses atteintes. Un des exemples les plus curieux de pléomorphisme nous était présenté chez les *Beggiatoa alba* et *B. roseo-persicina*, le premier incolore, le second remarquable par une belle coloration rouge. Ces plantes rangées par M. De Bary parmi les bactériacées arthrosporées, par M. van Tieghem parmi les nostocacées privées de chlorophylle, étaient considérées comme pouvant se présenter sous la forme de filaments fixés à la base, de grosseur variable, de baguettes droites ou tordues en spirale, de bâtonnets, de cellules sphériques libres ou réunies ensemble par une gelée commune ; ces diverses formes pouvaient être immobiles ou douées de mouvement. M. Zopf n'expose pas bien clairement les conditions de culture dans lesquelles le *Beggiatoa* prend l'une ou l'autre de ces formes.

Il est vrai qu'on n'est pas encore parvenu à cultiver chacune d'elles à l'état de pureté ; il ne reste donc qu'un seul moyen d'arriver à une conviction, c'est d'en poursuivre pas à pas le développement, au besoin pendant des semaines. C'est ce qu'a fait M. Winogradsky.

D'après ce savant, le *Beggiatoa alba* de M. Zopf renferme au mois deux genres distincts avec six espèces, caractérisés par la motilité, l'immobilité, ainsi que par les dimensions des filaments. Aucune des espèces ne peut prendre d'autres formes que celles de filaments ou de bâtonnets provenant de la division des filaments. Les nombreuses formes considérées comme appartenant au *Beggiatoa roseo-persicina* représentent au moins douze genres, les uns formant des zooglea, les autres vivant isolément. Jamais les bâtonnets ne changent de grosseur, jamais ils ne se transforment en spirilles ou en micrococques. Toutes les formes vivent les unes à côté des autres en conservant leurs formes de génération en génération.

1. T. IX, p. 672 (1883).
2. Voyez son *Traité de botanique*.

Sur les microorganismes du sol, par M. B. FRANCK[1]. — Nous considérons comme un devoir de renseigner nos lecteurs sur tous les travaux importants qui touchent à la grave question de l'azote, quelles qu'en soient les conclusions. Il est admis, presque sans conteste, depuis les belles recherches de MM. Schlœsing et Müntz, que la nitrification est due à des microorganismes. Sans nier qu'il puisse exister un organisme doué de la faculté de transformer l'azote ammoniacale en azote nitrique, M. Franck vient nous montrer que la nitrification se fait dans le sol sans l'intervention d'aucun être vivant, et que les organismes du sol soumis à la culture pure ne jouissent d'aucune propriété nitrifiante. Venant d'un homme tel que M. Franck, ces assertions méritent d'être connues et confirmées ou réfutées aussitôt que possible.

On sait que l'existence des organismes nitrifiants et fixateurs de l'azote n'a pas été directement prouvée par l'observation, mais qu'on l'a plutôt admise parce que le travail chimique en question ne se fait pas quand on fait agir sur le sol des agents qui, ordinairement, tuent les organismes. L'auteur ne se contente pas de cette probabilité, il a voulu voir par les méthodes de culture actuellement en usage, si réellement certains organismes inférieurs sont partout répandus dans le sol, et, cela étant, si on peut les cultiver à l'état de pureté pour étudier ensuite les transformations chimiques qu'ils seraient capables d'opérer.

Il a choisi pour cela des sols naturels, savoir :

1° Un sol calcaire noir, très riche en humus provenant des forêts de hêtres du Hanovre méridional, et qui depuis des siècles n'avait porté que des forêts;

2° Un sol sableux également riche en humus, des environs de Berlin, et qui n'avait porté que des pins depuis au moins deux siècles ;

3° Un sol argileux, lourd, de la Marche de l'Elbe inférieure ;

4° Un sol tourbeux inculte des environs de Berlin;

5° Le sol du sommet le plus élevé (Schneekoppe) du Riesengebirge.

Les cultures dans la goutte suspendue ou sur gélatine ont donné pour tous les sols des organismes assez concordants : les uns, tantôt présents, tantôt absents, l'autre d'une constance absolue. Citons parmi les premiers qui consistent, comme on voit, surtout en hyphomycètes, un *Cephalosporium*, un *Botrytis*, un *Torula*, un *Oïdium*, dans un cas également une mucorinée et enfin une levure composée d'articles presque globuleux. L'organisme constant est une bactériacée, partout, la même et présentant, quelle que soit sa provenance, toujours la même succession de forme lorsqu'on la cultive. L'auteur la décrit avec soin. Il en a poursuivi le développement depuis la spore jusqu'à la formation de nouvelles spores, et a pu constater que l'organisme revêt successivement une série de formes très variées; on pourrait l'appeler *Leptothrix terrigena* ou *Bacterium terrigenum* ou mieux *Bacillus terrigenus*, On peut se demander si ce bacile n'est pas identique avec quelque bacile déjà connu; il ressemble en effet beaucoup à celui du foin ou à celui du sang de rate; mais il serait bien osé de baser l'identité sur une simple ressemblance morphologique.

C'est ce bacile, cultivé à l'état de pureté, que l'auteur a étudié au point de

1. *Berichte d. deutsch. bot. Gesellsch.*, IV, fasc. 11.

vue du pouvoir nitrifiant. Le sol du Hanovre ayant manifesté une rapide nitrification avec une solution de 0^{gr},008 de chlorhydrate d'ammoniaque dans 100 centimètres cubes d'eau distillée, on a placé le petit organisme dans une goutte de la même solution et on a recherché dans cette goutte l'ammoniaque à l'aide du réactif de Nessler, l'acide nitrique à l'aide de la diphénylamine.

Les résultats ont été constamment négatifs : l'ammoniaque ne disparaissait pas, aucune trace de nitrite ou de nitrate n'était apparue, quoique le bacille se fût relativement bien développé. Cet insuccès pouvait être attribué au défaut d'aération ou à l'absence de calcaire qui, on le sait, favorise la nitrification. On a donc disposé l'expérience de manière à faciliter l'accès de l'air et on a ajouté un peu de carbonate de chaux; mais le résultat a toujours été négatif, même quand le bacile avait reçu d'abord une petite quantité de nitrate, il n'a pas fait disparaître l'ammoniaque.

Pas plus que ce bacile, les formes oïdium et torula n'ont manifesté le moindre indice de nitrification.

Après avoir ainsi démontré l'incapacité des organismes isolés, M. Franck a étudié la nitrification dans le sol calcaire du Hanovre, préalablement stérilisé, soit dans l'appareil à vapeur, soit à l'étuve à dessication. La nitrification s'est montré aussi énergique dans le sol stérilisé que dans le sol non stérilisé. La calcination même ne diminue la nitrification que faiblement.

M. Franck déduit de ses expériences que l'hypothèse du travail nitrifiant des bactéries a beaucoup perdu de sa vraisemblance et que la nitrification en grand dont le sol est le siège est un phénomène inorganique dont les forces chimiques et physiques sont les facteurs. Il ne nie pas cependant que certaines bactéries ne puissent à l'occasion concourir dans une faible mesure à la nitrification. La nitrification dans le sol serait comparable à celle qu'on observe sur la mousse de platine ; la porosité et le pouvoir absorbant du sol interviendraient certainement comme plusieurs observateurs l'ont déjà démontré. Aucune raison théorique ne s'oppose à ce que les forces inorganiques puissent oxyder l'ammoniaque dans le sol. Nous savons en outre, par les recherches de M. Falk, que quelques-unes des nombreuses transformations chimiques qui se passent dans le sol ne sont pas supprimées par la calcination, par exemple la décomposition du sulfo-carbonate de soude, qui perd son odeur par suite de l'oxydation du soufre quand on filtre la solution à travers un sol calciné, la destruction de la faculté fermentative de l'émulsine, etc. Il existe donc plusieurs cas positifs de l'action oxydante du sol à l'exclusion de tout organisme.

Le Gérant : G. Masson.

Motteroz. — Imprimeries réunies, B, rue Mignon, 2.

RECHERCHES

SUR LES

VARIATIONS DU REVENU ET DU PRIX DES TERRES

EN FRANCE[1]

PAR

M. D. ZOLLA

Lauréat de l'Institut, professeur à l'École de Grandjouan

La Révolution de 1848 agita profondément la France : les troubles prolongés dont elle fut le signal, les craintes qu'excitèrent les émeutes populaires et les revendications bruyantes autant que passionnées de la classe ouvrière, portèrent le coup le plus funeste au commerce, à l'industrie, et à l'agriculture elle-même. La crise politique provoqua aussitôt une crise économique. Les inquiétudes, le malaise général, se traduisirent par une stagnation ruineuse dans les affaires, par la baisse rapide des fonds d'État ou des valeurs mobilières, et par la dépression de notre commerce extérieur. La rente 5 p. 100 qui se négociait au cours de 118 francs en 1847 tombe à 50 francs en 1848; nos transactions commerciales avec l'étranger (commerce général, importation et exportation réunies) qui s'élevaient à 2 milliards 339 millions avant la crise, atteignaient à peine 1,650 millions l'année suivante; enfin la propriété rurale elle-même, malgré la solidité du gage qu'elle représente, perdait à la fois de sa valeur locative et de sa valeur vénale.

Le tableau de la page suivante indique ce double mouvement rétrograde (tabl. I).

Cette crise ne fut heureusement que passagère, et à partir de 1855 le mouvement ascensionnel des prix de fermage ne s'arrêta plus. La création des chemins de fer, la multiplication des voies de communication par terre, les progrès incessants de l'industrie, développèrent avec une étonnante rapidité la richesse publique. Notre commerce général qui ne dépassait pas 2 milliards 339 millions en 1847, atteignait le chiffre presque incroyable de 8 milliards en

1. Voyez *Ann. agron.*, t. XIII, p. 337 et 444; t. XIV, p. 49 et 337.

ANNÉES.	PROPRIÉTÉS NON BATIES.			OBSERVATIONS[1].
	PRIX NET de FERMAGE.	VALEUR VÉNALE.	TAUX de L'INTÉRÊT.	
	Fr.	Fr.	Fr.	
1840.......	14.80	418	3.54	Les prix de fermage ou les valeurs vénales indiqués successivement correspondent à 1 fr. de contribution foncière en *principal*.
1841.......	14.95	422	3.54	
1842.......	15.01	433	3.47	
1843.......	15.11	443	3.41	
1844.......	15.25	449	3.46	
1845.......	15.44	457	3.38	
1846.......	15.62	474	3.30	
1847.......	15.90	481	3.30	
1848.......	15.72	451	3.48	
1849.......	15.56	443	3.51	
1850.......	14.96	422	3.56	
Moyenne.	15.23	441	3.45	

1869. Le commerce spécial de la France passait pendant la même période de 1,676 millions à 6 milliards 228 millions !

Sous l'influence d'une demande plus active et grâce à l'élévation des prix qui en était la conséquence, on vit la valeur du produit brut de l'agriculture augmenter de 50 p. 100 selon M. de Lavergne, de 100 p. 100 si nous en croyons M. Leroy-Baulieu[2].

La valeur vénale et locative du sol ne pouvait manquer de s'accroître en même temps; mais avant d'indiquer sur ce point les chiffres qui peuvent résumer les faits et les préciser, il est indispensable d'entrer dans quelques détails; d'indiquer l'époque à laquelle la marche ascendante des fermages s'est accélérée, et d'étudier successivement les causes si diverses qui expliquent ce mouvement.

C'est ce que nous allons essayer de faire, *tout au moins pour les régions* sur lesquelles nos recherches ont porté.

I

En relevant les prix des baux qui se rapportent aux fermes des

1. Voir le rapport de M. Vandal annexé à l'enquête de 1851 sur les revenus des propriétés non bâties en France.

2. Leroy-Beaulieu, *De la répartition des richesses*, p. 111. L'auteur indique, il est vrai, le chiffre de 10 milliards pour la valeur du produit brut en 1877; mais on peut admettre le même chiffre pour 1870, parce que nous possédions alors l'Alsace et la Lorraine, c'est-à-dire une des parties de la France les plus riches au point de vue agricole.

Hospices de Rouen, nous avons été frappés de la faible augmentation qu'ils présentent. La hausse des fermages pendant la période de 1848 à 1870 atteint seulement un cinquième, pour les treize domaines dont voici le tableau.

TABLEAU I. — FERMES DES HOSPICES DE ROUEN (1848-1870).

NOMS DES FERMES.	PRIX DE FERMAGE AUX DATES SUIVANTES :			HAUSSE POUR 100.		
	1848.	1860.	1870.	1848-60.	1860-70.	1848-70.
	Fr.	Fr.	Fr.			
1. Haudricourt......	4000	4000	5500			
2. Héricourt........	11000	14000	15000			
3. Monville.........	6000	7000	7000			
4. Pretot...........	2000	2200	2750			
5. Sainte-Croix.....	1550	1600	1600			
6. Vieux-Rue.......	4000	4000	4500			
7. Yquebœuf........	4500	4700	4500			
8. Anfreville........	8000	9000	9000			
9. Auzouville.......	2275	3000	3000			
10. Grande-Madeleine.	5000	6250	6400			
11. Petite-Madeleine.	5000	5225	5225			
12. Criquetot........	6200	8000	8000			
13. Fontaine.........	1200	1400	1400			
Totaux.......	60.725	69.375	73.845	14.2	6.4	21.6

Plus-value moyenne annuelle.

	P. 100
1840-1860..................................	1.18
1860-1870..................................	0.64
1848-1870..................................	0.98

Si l'on divise l'intervalle compris entre 1848 et 1870 en deux périodes à peu près égales, on voit que l'accroissement de la valeur locative a été assez rapide pendant la première (1 p. 100 par année moyenne) et très lent au contraire pendant la seconde. Nous aurons à signaler pour une autre région cette particularité qui est, du reste bien moins remarquable, que la faible importance, de la plus-value totale (21 p. 100).

Le résultat général obtenu, en comparant le montant des fermages aux deux dates extrêmes de la période, représente cependant très fidèlement la marche des prix de location pour chaque domaine en particulier. Il suffit de parcourir les colonnes du tableau précédent pour s'en assurer.

II

Tout change brusquement quand on passe de l'arrondissement de Rouen dans le département de la Sarthe. L'augmentation de la valeur locative des fermes appartenant aux Hospices du Mans, s'accélère au lieu de se ralentir à partir de 1860, et la plus-value acquise de 1848 à 1870 est notablement plus forte que l'accroissement correspondant à la même période, pour les domaines des environs de Rouen. Le relevé suivant indique clairement ces différences.

TABLEAU II. — FERMES DES HOSPICES DU MANS (1848-1870).

1° *Arrondissement du Mans.*

NOMS DES FERMES.	PRIX DE FERMAGE AUX DATES SUIVANTES :			HAUSSE P. 100.		
	1848.	1860.	1870.	1848-60.	1860-70.	1848-70.
	Fr.	Fr.	Fr.			
1. Fosse-Louvette....	1055	1055	1505			
2. Ardengère........	525	530	900			
3. Laitre-Gallier.......	1005	1005	3000			
4. Cures.............	425	965	790			
5. Hôtellerie.........	315	315	680			
6. Beaussay..........	705	955	1100			
7. Vivier.............	450	605	755			
8. Cornuère..........	800	1150	1120			
9. Courbe............	1020	1025	1230			
10. Sulpierre.........	560	570	1100			
11. Epinay...........	770	770	1330			
12. Petites-Allourdes...	655	655	1600			
13. L'Homeau.........	625	1115	1800			
14. Fourmondière.....	395	405	705			
TOTAL..........	9305	11.120	17.625	19.5	58.4	89.4

Deux choses doivent particulièrement attirer notre attention en étudiant ces tableaux : c'est tout d'abord l'augmentation considérable de la valeur locative du sol, et ensuite l'extrême diversité de cet accroissement selon les arrondissements dans lesquels les fermes sont situées. Ces différences qui varient du simple au double, relativement aux taux de la plus-value, ne sont pas seulement dues à l'insuffisance de nos renseignements, et au nombre trop faible des exemples que nous avons indiqués ; elles résultent de la situation même des exploitations, de leur éloignement ou de leur proxi-

mité des voies de communication nouvellement créées, de la transformation plus ou moins rapide des systèmes de culture, *et surtout de la nature du sol.* A partir de la seconde moitié du XIXe siècle il est plus que jamais nécessaire de tenir compte non seulement du milieu

2° Arrondissement de la Flèche.

NOMS DES FERMES.	PRIX DE FERMAGE AUX DATES SUIVANTES :			HAUSSE P. 100.		
	1848.	1860.	1870.	1848-60.	1860-70.	1848-70.
	Fr.	Fr.	Fr.			
15. Laupezière..	160	265	320			
16. La Morandière	725	810	1000			
17. Souillet.....	140	145	250			
18. Tuffière.....	850	750	1060			
TOTAL.......	1875	1970	2630	5.00	33.5	40.2

3° Arrondissement de Saint-Calais.

NOMS DES FERMES.	PRIX DE FERMAGE AUX DATES SUIVANTES :			HAUSSE P. 100.		
	1848.	1860.	1870.	1848-60.	1860-70.	1848-70.
	Fr.	Fr.	Fr.			
19. Closeaux..........	310	310	430			
20. Fossenoire........	120	130	170			
21. Hôtellerie.........	370	405	475			
TOTAL............	800	845	1075	5.6	27.2	34.3

économique et de l'influence des événements politiques, mais encore des progrès accomplis en agriculture et tout particulièrement en chimie agricole. L'emploi de certains amendements et des engrais minéraux judicieusement choisis a parfois modifié très profondément la productivité des terres arables de toute une région. Il en a été ainsi pour la Sarthe, la Mayenne et le Maine-et-Loire. L'emploi de la chaux et des phosphates a provoqué une véritable révolution dans l'agriculture de ces départements.

4° Arrondissement de Mamers,

NOMS DES FERMES.	PRIX DE FERMAGE AUX DATES SUIVANTES :			HAUSSE POUR 100.		
	1848.	1860.	1870.	1848-60.	1860-70.	1848-70.
	Fr.	Fr.	Fr.			
22. Petits-Houx.......	635	720	865			
23. Folie-Frairie.......	425	405	405			
24. Petit-Malèfre......	2400	2400	2780			
25. Haute-Fontaine....	305	390	400			
Total...........	3765	3915	4450	3.9	13.6	18.1

Hausse dans les quatre arrondissements.

	P. 100
1848-1860..................................	13.3
1860-1870..................................	44.9
1848-1870..................................	65.0

Augmentation moyenne annuelle.

1848-1860..................................	1.10
1860-1870..................................	4.49
1848-1870..................................	2.95

Voici comment s'exprimait à ce sujet un savant distingué, M. Risler, directeur actuel de l'Institut agronomique à Paris. « L'exploitation du charbon près de Sablé a produit une véritable métamorphose ; le capital représenté par la terre, *dans les pays où la chaux peut arriver, a plus que triplé !*

« Il y a une cinquantaine d'années on suivait encore, dans la plus grande partie des terres schisteuses de l'Anjou et du Maine, un système de culture très primitif. On ne faisait de plantes sarclées, navets, choux, pommes de terres, que dans une pièce de terre spéciale, espèce de jardin que l'on appelle *Closeau* ou *Bordage*, où l'on concentre beaucoup de fumier, et que l'on cultive à la main avec un « croc » à une branche. Dans le reste des terres on faisait trois ou quatre fois du blé ou du seigle, mais toujours après une jachère ; puis on laissait la terre s'enherber naturellement, et on s'en servait comme pâturage *pendant six ou huit ans. A mesure que les bonnes routes se sont multipliées, l'emploi de la chaux s'est généralisé.*

On a obtenu de meilleures récoltes de blé, et au lieu de laisser le pâturage se former tout seul on a semé du trèfle ou un mélange de trèfle et de graminées que l'on fauche, une ou deux fois pour faire du foin, et que l'on fait manger sur place les années suivantes.

« On a pu nourrir ainsi plus de bétail, et surtout le nourrir mieux pendant l'hiver. Ayant plus de fumier, on a pu en mettre davantage sur les jachères et employer une partie de celles-ci à la plantation des plantes sarclées. De là, une nouvelle amélioration dans l'alimentation du bétail pendant l'hiver, amélioration qui a permis le croisement de l'ancienne race Mancelle avec la race Durham[1]. »

Ce passage montre comment les progrès s'enchaînent les uns aux autres, et combien fut rapide la transformation accomplie grâce à l'emploi des amendements calcaires. Leur action a été particulièrement bienfaisante dans le département de la Mayenne, et pour le prouver il nous suffira de relever les variations du revenu des fermes appartenant aux Hospices du Mans, qui sont précisément situées dans ce département.

Nous avons déjà souligné dans le premier des tableaux précédents, le nom d'une exploitation placée près de la limite toute arbitraire qui sépare le département de la Sarthe de celui de la Mayenne.

Ce domaine, appelé Laître-Gallier, était loué 1,005 francs en 1848, et le bail avait été renouvelé au même prix en 1855; mais après cette date l'emploi de la chaux et des phosphates avait permis d'accroître la productivité des terres dans de telles proportions, qu'en 1863 ce fermage s'éleva brusquement à 3,010 francs. Il avait ainsi triplé en moins de dix ans!

Cette augmentation si considérable et surtout si brusque, nous avait fait craindre qu'une erreur ne se fût glissée dans nos relevés ou que des circonstances toutes spéciales n'eussent motivé cette progression à peine croyable; nous avons été détrompé sur ce point par le fonctionnaire chargé de la gestion des biens fonds appartenant aux Hospices. M*** a bien voulu nous fournir à ce sujet les indications les plus précises et les plus détaillées. Il avait assisté à cette transformation dont il nous a retracé les phases et indiqué les causes avec des développements qui ne sauraient trouver place ici. Le tableau suivant montre, du reste, que l'exemple cité plus haut n'offrait rien d'exceptionnel.

1. Eug. Risler, *Géologie agricole*, p. 149.

TABLEAU III. — FERMES DES HOSPICES DU MANS.

(Département de la Mayenne).

Arrondissement de Mayenne.

NOMS DES FERMES.	PRIX DE FERMAGE AUX DATES SUIVANTES :			HAUSSE P. 100.		
	1848.	1860.	1870.	1848-60.	1860-70.	1848-70.
	Fr.	Fr.	Fr.			
1. Fléchigny..........	505	800	935			85
2. Gaceau.............	430	885	900			109
3. Mozaines...........	1000	1635	2400			140
4. Sourderie..........	530	850	1870			252
TOTAL.............	2465	4170	6150	69.1	46.3	151.7

La plus faible augmentation est celle qui se rapporte au domaine de Fléchigny, et elle est de 85 p. 100 en vingt-deux ans! La valeur locative du bordage de la Sourderie s'est accrue de 252 p. 100 durant la même période! Dans les dernières années du règne de Louis XV, ces quatre exploitations étaient affermées 1,650 livres; on peut donc dire qu'en moins d'un siècle, de 1774 à 1870, le revenu de ces biens fonds avait augmenté de 4,455 francs ou de 270 p. 100.

Un pareil exemple ne prouve rien en faveur de la célèbre théorie de Ricardo; en tout cas il ne peut guère être invoqué à l'appui de l'hypothèse du maître sur la mise en culture dans un ordre décroissant de fertilité; ou sur l'improductivité relative des nouveaux capitaux consacrés à l'amélioration du sol. On pourrait à plus juste titre s'en servir pour justifier les accusations passionnées de M. Henry George, contre le propriétaire foncier, sorte de parasite social, qui voit croître ses revenus sans efforts et sans dépenses. En réalité, cet exemple prouve simplement que des circonstances favorables et l'application ingénieuse des découvertes de la chimie agricole ont permis d'accroître en même temps la productivité des terres, le revenu des propriétaires et *les profits des cultivateurs.* Ceux-ci ont été en effet les premiers à recueillir les bénéfices de cette augmentation inespérée du produit brut de leurs fermes.

Les possesseurs du sol ont profité, eux aussi, dans une très large mesure de ces transformations rapides. Ils ont été heureux; le hasard, la fortune qui exercent toujours une si grande influence sur toutes les affaires humaines, les ont favorisés. Combien d'autres à côté n'ont pas retrouvé dans l'accroissement des fermages, l'intérêt des améliorations réalisées ! Ne venons-nous pas de signaler précisément l'augmentation très lente des loyers agricoles dans l'arrondissement de Rouen?

Il ne faudrait pas croire, du reste, que, pour le département de la Mayenne tout entier, la marche ascendante des revenus fonciers ait été aussi rapide ; la progression des fermages a non seulement varié avec l'augmentation du prix des produits agricoles et l'activité de la demande, mais encore avec la nature même du sol, qui ne pouvait subir, partout à un égal degré, l'influence des amendements calcaires ou des engrais minéraux. Elle a dû varier enfin avec les facilités qu'avait l'agriculteur de se procurer des éléments nouveaux de fertilité.

Ces remarques peuvent aussi bien s'appliquer aux différences que nous signalions déjà quelques pages plus haut, dans la hausse des loyers agricoles pour les différents arrondissements de la Sarthe. Nous croyons à ce propos qu'il est indispensable de multiplier les faits observés afin d'éviter les erreurs d'appréciation qu'on serait exposé à commettre, en prenant dans un arrondissement plus d'exemples que dans les autres. Nous pouvons, en particulier, rechercher quelles ont été, de 1848 à 1870, les variations des revenus de *l'ensemble des domaines* appartenant aux hospices du Mans.

Voici les chiffres que nous avons relevés en consultant les *comptes de gestion*.

FERMES DES HOSPICES DU MANS (168 domaines).

	1848	1860	1870
Total des fermages en argent......	64.672	68.800	93.638

Augmentation.

	P. 100
1848-1860..................................	6.3
1860-1870..................................	35.9
1848-1870..................................	44.9

Augmentation moyenne annuelle.

	P. 100
1848-1860..................................	0.525
1860-1870..................................	3.590
1848-1870..................................	2.040

Ces chiffres ne donnent pas encore une idée parfaitement exacte de la hausse moyenne des fermages dans le département tout entier, parce que la moitié environ des domaines dont nous nous occupons ici sont situés dans l'arrondissement du Mans, où l'augmentation de la valeur locative des propriétés rurales a été plus rapide et plus considérable.

La plus-value moyenne des loyers agricoles dans la Sarthe de 1848 à 1870 a donc été très vraisemblablement inférieure à 44.9 p. 100.

Les tableaux qui précèdent ne nous indiquent pas non plus à quelle époque le mouvement de hausse est devenu sensible. Le passage suivant extrait du compte moral présenté en 1862 par la commission administrative de l'Hospice, va nous renseigner sur ce point. Nous laissons la parole au rapporteur :

La commission signale à l'attention de l'autorité supérieure, le compte additionnel de l'exercice 1862, établissant les augmentations importantes des revenus immobiliers. Tout le monde convient en effet que, depuis *six ans*, les biens immobiliers ont en général *augmenté d'un quart* environ, en revenu et valeur vénale. Il est donc utile d'établir ici que les fermes des Hospices ont suivi ce mouvement, et l'ont même dépassé, grâce aux efforts de la commission, qui n'a rien négligé pour l'amélioration des terres, drainages, mises en culture et annexions aux fermes de terres incultes, de taillis improductifs, etc. Aussi le renouvellement des baux ruraux de 1858 à 1863 inclusivement, présente-t-il les résultats suivants:

ANNÉES.	NOMBRE des adjudications.	NOMBRE des fermes.	PRIX DES BAUX.		AUGMENTATION annuelle.	AUGMENTATION à chaque nouvelle adjudication.
			Anciens.	Nouveaux.		
			Fr.	Fr.		P. 100.
1858..	2	10	5894	7095	1201	20.0
1859..	1	7	6185	7389	1204	19.4
1860..	2	15	6655	8677	2022	30.0
1861..	6	25	1609	25517	9423	58.0
1862..	4	26	17499	22744	5245	29.0
1863 ..	3	22	17079	22412	5332	31.0
TOTAL.	18	105	69406	93834	24428	35.0

C'est donc vers 1855 que l'augmentation des fermages devint très sensible dans le département de la Sarthe. Le tableau précédent qui constitue un élément instructif d'appréciation nous fait voir en outre que la progression a été très brusque; dans l'espace de cinq années et après le renouvellement d'une seule série de baux les revenus des hospices se sont accrus annuellement de 24,428 francs ou de 35 p. 100, par rapport à la période antérieure[1]. Cette élévation si considérable et surtout si brusque des prix de fermage ne saurait être justifiée et expliquée seulement par les améliorations foncières auxquelles le rapporteur de la commission administrative des Hospices fait allusion. Les travaux de drainage exécutés de 1850 à 1870 ont été accomplis au moyen des capitaux avancés par l'administration, mais dont les intérêts à 5 p. 100 *ont été acquittés par les fermiers en sus du prix de location de leurs exploitations.* Quant aux réparations et améliorations diverses, le crédit annuel porté au budget sous ce titre n'a jamais dépassé 7,000 francs, et ce sacrifice était en grande partie compensé par l'obligation imposée aux preneurs d'acquitter les droits de main-morte dont le total s'élevait à 5,500 francs. Ces charges n'étaient pas déduites du montant des prix de location; il en était de même du reste, pour les impôts de toute nature qui ont toujours été acquittés par les fermiers depuis le commencement du XIXe siècle, aussi bien qu'au XVIIIe.

III

Le département de Maine-et-Loire n'a pas été moins favorisé que celui de la Sarthe, au point de vue du développement de la richesse agricole. La progression des fermages nous en fournit la preuve.

Voici le relevé du prix des baux qui se rapportent aux fermes des Hospices d'Angers.

La marche des revenus fonciers présente ici les parcularités que nous avons déjà signalées pour les fermes de la Sarthe, c'est-à-dire élévation lente des prix de location de 1848 à 1860, puis accélération de ce mouvement dans les années qui suivent; enfin, hausse

1. Ces chiffres ne sont pas comparables avec ceux que nous avons donnés pour la période précédente. Il y a eu de 1847 à 1860 des aliénations, échanges, réduction des revenus en nature, etc., etc.

considérable et très rapide quand on considère la période tou entière.

FERMES DES HOSPICES D'ANGERS.

Arrondissement de Baugé.

NOMS DES FERMES.	PRIX DE FERMAGE AUX DATES SUIVANTES :			HAUSSE P. 100.		
	1848.	1860.	1870.	1848-60.	1860-70.	1848-70.
	Fr.	Fr.	Fr.			
1. Bourgaignerie.	280	450	730			
2. Buron........	510	510	780			
3. Pihardière....	980	1200	2000			
4. L'Aillerie.....	660	910	910			
5. Grande-Coudre.	410	1200	2360			
6. Monplan......	960	960	1800			
7. La Motte......	490	760	1010			
TOTAL.........	4290	5990	9590	23.3	80.5	122.6

Arrondissement de Cholet.

NOMS DES FERMES.	PRIX DE FERMAGE AUX DATES SUIVANTES :			HAUSSE P. 100.		
	1848.	1860.	1870.	1848-60.	1860-70.	1848-70.
	Fr.	Fr.	Fr.			
8. La Hultière......	860	1010	1300			
9. Boulay..........	1100	1280	1280			
10. Mesnil..........	1110	1500	2250			
11. Deménil........	1150	1500	2000			
12. Chêne Courbet..	860	960	1200			
13. Pourlière.......	1820	1820	3200			
14. Lande Courbet..	740	850	1370			
TOTAL.........	7630	8920	12.600	16.9	41	65

Arrondissement d'Angers.

NOMS DES FERMES.	PRIX DE FERMAGE AUX DATES SUIVANTES :			HAUSSE P. 100.		
	1848.	1860.	1870.	1848-60.	1860-70.	1848-70.
	Fr.	Fr.	Fr.			
15. Basse-Ouvrardière.	......	750	1210			
16. Piltière	......	1500	2650			
17. Désert	9655	10805	19788			
TOTAL	9655	13055	23648	....	81	....

Augmentation.

	P. 100
1848-1860	20.1
1860-1870	67.5
1848-1780	93.8

Augmentation moyenne annuelle.

	P. 100
1848-1860	0.909
1860-1870	3.045
1848-1870	4.263

En dehors des causes générales qui ont exercé une influence sur les variations des revenus du sol pendant le second empire, on peut signaler, nous l'avons déjà dit, l'application des découvertes scientifiques à l'agriculture.

Le département de Maine-et-Loire, comme ceux de la Sarthe et de la Mayenne, doit en grande partie l'augmentation du produit brut et du revenu net de son territoire cultivé, à l'emploi des amendements calcaires et des engrais minéraux. M. Léonce de Lavergne, que nous aimons à citer comme un des auteurs les plus compétents, écrivait en 1853 à propos de l'Anjou :

En cherchant de nouveaux moyens de produire, on a trouvé la chaux dont l'usage a été décisif. Le froment s'est substitué au seigle dont se contentaient autrefois les consommateurs locaux; l'antique assolement s'est modifié, les prairies artificielles se sont multipliées. La race anglaise des bœufs de boucherie, dits de Durham, qui n'a pu jusqu'ici s'importer avec succès dans aucune autre partie de la France, s'est tout à fait naturalisée en Anjou, et donne des produits lucratifs.

Quand on parcourt aujourd'hui ces provinces, on voit dans tous les champs d'énormes tas de chaux mêlée à la terre; on admire à chaque pas quelques-

unes de ces cultures fourragères qui sont le signe distinctif du progrès agricole ; on reconnaît dans quelques-uns des bestiaux qui peuplent les pâturages des traces sensibles du sang Durham. La Mayenne doit à la chaux un supplément de production d'un million d'hectolitres de froment par an ; et le département de Maine-et-Loire est, après le Calvados celui qui envoie à Paris le plus de bœufs gras[1].

On voit quelle peut être la portée des découvertes de la chimie agricole, quand elles sont appliquées avec intelligence. Les régions privilégiées qui ont pu ainsi transformer leurs systèmes de culture et doubler la quantité de leurs produits sont malheureusement trop rares. Encore faut-il cependant signaler celles qui. sans être arrivées rapidement à un aussi haut degré de prospérité, ont vu s'accroître néanmoins dans une large mesure la productivité et les revenus de leur territoire.

IV

De l'Anjou à l'extrémité occidentale de la Bretagne, la distance est sans doute grande, mais le mouvement ascendant de la valeur locative du sol était si général durant le second empire, que nous ne serons pas étonnés de pouvoir le constater dans la Loire-Inférieure et le Finistère comme dans le Maine-et-Loire.

On a fait à la Bretagne une réputation de pauvreté qu'elle ne mérite qu'en partie. Il faudrait distinguer tout d'abord avec soin les régions différentes dont elle se compose. L'intérieur de la presqu'île Armoricaine renferme il est vrai, d'immences espaces incultes, des landes stériles dont l'aspect sauvage et triste produit la plus fâcheuse impression sur l'esprit du voyageur ; l'agriculture y est restée longtemps à l'état rudimentaire, la population presque exclusivement agricole ne trouvait que difficilement le débouché de ses produits et le déplorable état de ses voies de communication contribuait encore à isoler cette région qui possédait des éléments de richesse dont elle ne pouvait malheureusement pas tirer parti. L'amélioration des routes déjà existantes, la création des chemins vicinaux qui furent multipliées d'année en année à partir de 1836, l'emploi chaque jour plus répandu de la chaux, du noir animal ou des phosphates, modifièrent peu à peu l'agriculture de ce vieux pays. De 1848 à 1870 les progrès furent sensibles dans toutes les branches de l'économie rurale.

Le littoral de la Bretagne avait été de tout temps plus fertile et plus riche. Le voisinage de la mer, le commerce actif qui se trouvait centralisé dans plusieurs villes populeuses et riches comme Nantes, Quimper, Vannes, Brest, Saint-Brieuc, etc., avaient exercé une influence décisive sur les progrès de la production agricole. Le développement de la consommation pendant la période que nous étudions, l'élévation des prix de vente, accrurent encore cette

1. Léonce de Lavergne, *Économie rurale de la France*, p. 191.

prospérité, et la création des chemins de fer, en même temps que l'achèvement du réseau des voies de communications par terre, vint l'augmenter en permettant de transporter à bas prix, les amendements calcaires et les phosphates dont l'agriculteur Creton avait appris à connaître les bienfaisants effets. Deux séries d'exemples vont nous servir à montrer la marche des fermages; dans quelques-unes des régions de la Bretagne.

Voici d'abord le relevé des baux relatifs aux fermes des Hospices de Châteaubriant (Loire-inférieure).

TABLEAU IV. — FERME DES HOSPICES DE CHATEAUBRIANT.

NOMS DES FERMES.	PRIX DE FERMAGE AUX DATES SUIVANTES :			HAUSSE P. 100.		
	1848.	1860.	1870.	1848-60.	1860-70.	1848-70.
	Fr.	Fr.	Fr.			
Démolive.............	900	1100	1300			
Fayel................	1000	1080	1500			
La Laie..............	775	825	1270			
La Carantage.........	650	725	1150			
Rouxière.............	415	500	800			
Chevière.............	675	840	1300			
TOTAL...........	4415	5070	7320	14.8	44.3	65

Dans un voyage que nous avons entrepris il y a quelques mois en Bretagne, il a été possible de reconstituer l'histoire des 35 domaines agricoles qui composent le patrimoine des hospices de Quimper. Une particularité curieuse a tout d'abord attiré notre attention.

Toutes les exploitations dont nous venons de parler sont soumises à ce mode très original de fermage qu'on appelle la tenure à *domaine congéable*. Ce genre de contrat reconnaît au fermier la propriété de tous les bâtiments, et ne laisse au propriétaire ou *foncier* que la possession du sol lui-même, avec la faculté de pouvoir toujours *donner congé* au *superficiaire* ou colon, en lui remboursant la valeur des édifices. Comme les emphytéoses, les baux perpétuels, etc., etc., ces conventions remontent à une haute antiquité. Il est visible qu'elles avaient pour but d'encourager les cultivateurs à défricher les terres incultes si étendues en Bretagne. Le propriétaire ne se réservait que la jouissance d'une rente fixe, et abandonnait à son colon, véritable « squatter armoricain », tous les profits qui pouvaient résulter de ces travaux, en même temps qu'il lui reconnaissait la pleine propriété des plantations qu'il avait faites ou des bâtiments qu'il avait élevés à ses frais sur la lande défrichée. Avec le temps, cet antique contrat a été progres-

sivement modifié, là où il n'a pas disparu entièrement. La rente ou redevance fixe acquittée autrefois par le colon a été peu à peu transformée en une « commission » d'importance variable, que le preneur abandonnait au propriétaire à chaque renouvellement du bail. Puis la commission s'est elle-même changée, à partir de 1840, en un véritable fermage perçu annuellement et soumis à toutes les variations qui affectent ailleurs les prix de location des exploitations rurales. Une différence très remarquable existe cependant entre les baux à *domaine congéable* et les autres conventions qui lient le fermier au propriétaire. Ce dernier est en général obligé de veiller aux réparations des bâtiments, il exécute les travaux d'améliorations foncières, et incorpore parfois au sol, sous cette forme, des capitaux considérables. Rien de pareil ne se produit, sauf quelques rares exceptions, quand il s'agit d'une location avec bail à domaine congéable. Le colon étant propriétaire des bâtiments veille seul à leur conversation, et il n'a point intérêt à réaliser des améliorations qui accroîtraient la valeur d'un fonds dont il peut être chassé à chaque renouvellement de ses conventions. Pour éviter au propriétaire qui voudrait congédier son « domanier » le remboursement d'une somme trop forte, il est même stipulé, en général, que le preneur ne pourra faire aucun nouvel édifice ni changer la forme et la dimension des anciens.

Voici les augmentations que nous avons constatées dans la valeur locative de l'ensemble des domaines qui sont, nous le répétons, au nombre de 35.

DOMAINES DES HOSPICES DE QUIMPER.

	1848	1860	1870
Total des fermages................	5.105	6.053	7.947

Augmentation.

	P. 100
1848-1860.................................	18
1860-1870.................................	31
1848-1870.................................	55

Cette augmentation est à coup sûr considérable, elle dépasse même celle que nous avons constatée pour les fermes de la Sarthe, et surtout pour les domaines appartenant aux Hospices de Rouen. La marche des revenus fonciers dans l'arrondissement de Quimper présente, on le voit aussi, la même particularité que dans ceux d'Angers, du Mans ou de Châteaubriant. C'est dans la période 1860-1870 que la valeur locative du sol s'accroît avec le plus de rapidité. Il existe certainement une grande analogie dans le sens de l'amplitude de ces variations.

Les observations précédentes se trouvent encore confirmées par l'examen du tableau V qui se rapporte aux domaines des Hospices de Saint-Brieuc (Côtes-du-Nord).

Bien qu'il nous ait été impossible de nous procurer les prix des baux antérieurs à 1860, il est évident que l'augmentation relative à la période 1848-1870, tout entière, eût été supérieure à 23.2 p. 100. Le fait même d'une élé-

TABLEAU V. — FERMES DES HOSPICES DE SAINT-BRIEUC

NOMS DES FERMES.	PRIX DE FERMAGE AUX DATES SUIVANTES :		
	1860.	1870.	1860-70.
	Fr.	Fr.	P. 100.
Coätmeur	600	750	
Laguelle	402	525	
Questellec	300	330	
TOTAL	1302	1605	23.2

vation notable et générale des revenus fonciers ressort en tout cas de l'examen du tableau précédent comme des observations que nous avons présentées plus haut.

V

Autant l'augmentation des fermages était accentuée et rapide dans les régions de l'ouest où nous avons successivement choisi nos exemples, autant elle nous paraît faible et irrégulière dans les départements de l'est dont nous allons maintenant nous occuper.

On croirait se trouver à une autre époque ou dans un autre pays. Quelques exemples serviront à montrer cette remarquable différence dans la marche des loyers agricoles. Nous devons à l'obligeante intervention d'un des administrateurs de l'Hospice de Nancy les renseignements suivants :

FERMES DES HOSPICES DE NANCY.

	1848	1860	1870
Total des fermages	17.660	19.197	20.905

Hausse.

	P. 100
1848-1860	8.7
1860-1870	8.8
1848-1870	18.3

Cette augmentation constitue même un *maximum*. Deux des domaines les plus importants parmi les 11 exploitations dont nous avons relevé les prix de fermage ont augmenté de valeur locative dans la proportion de 48 p. 100. Des causes toutes locales et particulières expliquent cet accroissement considérable qui apparaît comme une exception, et qui a certainement contribué à élever au-dessus de son taux véritable la plus-value que nous avons signalée déjà, 18 p. 100.

En consultant les minutes des baux que le notaire des Hospices de Chaumont (Haute-Marne) a bien voulu nous communiquer, nous avons constaté un phénomène plus remarquable encore. Non seulement les fermages des domaines appartenant à l'Hospice de Chaumont n'ont pas augmenté de 1868 à 1870, mais encore ils ont *diminué!* Voici les indications que nous avons recueillies à ce sujet; il s'agit de quelques fermes et d'un grand nombre de pièces de terre situées aux environs même de Chaumont.

TABLEAU VI. — TERRES APPARTENANT A L'HOSPICE DE CHAUMONT (HAUTE-MARNE).

NOMS DES FERMES ET TERRAGES.	1860.	1870.	BAISSE P. 100.
La Maladière..................	550	440	
Rinvaux......................	820	820	
Terrages à Bricou............	3200	3200	
Prés Sirgile..................	91	100	
TOTAL.....................	4661	4560	2.1

Des renseignements pris sur les lieux nous permettent d'affirmer que cette baisse des fermages, si extraordinaire qu'elle puisse paraître, a été générale dans ce département[1].

VI

En passant des environs de Chaumont dans les plaines qui s'étendent autour de Beauvais, allons-nous trouver des différences bien tranchées; et la valeur de la propriété rurale, qui diminuait au lieu de s'accroître dans la Haute-Marne, a-t-elle augmenté au lieu de s'abaisser dans celui de l'Oise?

Les chiffres contenus dans le tableau VII peuvent servir de réponse à cette question.

Ainsi, durant la période la plus prospère que nous ayons à signaler depuis le début du XIX[e] siècle, malgré l'activité des échanges, l'élévation des prix, et le développement des voies de communication, la valeur locative des terres, dans cette région de l'Oise, ne s'est pas accrue de 10 p. 100.

1. M. Adolphe d'Ailly, rapporteur de l'enquête agricole de 1866, pour la quatorzième circonscription, s'exprimait ainsi : « En examinant les réponses faites dans l'enquête agricole et les dépositions recueillies dans l'enquête orale, vous remarquerez, monsieur le ministre, que la propriété foncière n'a pas suivi dans son mouvement l'augmentation pour ainsi dire générale de la richesse publique. Les terres se louent aujourd'hui difficilement, *leur prix de vente a depuis quelques années plutôt diminué qu'augmenté* pour la moyenne et la grande propriété. *Les arrondissements de Chaumont et de Langres ont eu particulièrement à en souffrir.* » (Rapport sur la Haute-Marne.)

TABLEAU VII. — FERMES DES HOSPICES DE BEAUVAIS (OISE).

NOMS DES FERMES.	PRIX DE FERMAGE AUX ÉPOQUES SUIVANTES :			HAUSSE P. 100.		
	1848.	1860.	1870.	1848-60.	1860-70.	1848-70.
	Fr.	Fr.	Fr.	P. 100.	P. 100.	P. 100.
Fay-sur-Bois........	1350	1620	1620			
Francastel...........	6725	6725	6725			
Hôtel-Dieu..........	10660	10660	10660			
La Tour.............	6900	7000	8200			
Haincourt...........	700	850	1000			
Havolière...........	3720	3720	4500			
Malmaison	1100	1100	1900			
Roncières...........	6100	6100	6100			
Fracourt............	1220	1200	1200			
Tiremont............	3000	3350	3350			
TOTAL...........	41475	42325	45255	2	6.9	9.1

Ces résultats comme ceux qui précèdent ne sont pas dus à l'insuffisance de nos renseignements et au nombre trop restreint des domaines sur lesquels nos recherches ont porté. L'enquête de 1879 confirme, dans leur sens général, les

Revenu net imposable, pour chaque nature de culture, d'après les travaux effectués en 1851-1853, *et* 1879-1881.

TABLEAU VIII. — DÉPARTEMENT DE L'OISE.

	1851.	1879.
	Fr.	Fr.
Terrains de qualité supérieure..........	122.61	146.00
Terres labourables.....................	72.52	89.10
Prés et herbages......................	70.42	93.23
Vignes................................	80.20	100.23
Bois..................................	36.85	41.98
Landes, patis, etc.....................	11.71	10.62
Cultures diverses......................	402.41	80.60
Ensemble des natures de culture.	67.47	83.69

	P. 100
Augmentation p. 100 pour l'ensemble des natures de culture.......	23.8
Augmentation pour les terres labourables........................	22.8

indications que nous ont fournies les relevés des baux relatifs aux fermes des Hospices. Voici les chiffres officiels qu'on pourra comparer à ceux que nous avons avancés, en remarquant toutefois que l'enquête de 1879 doit nécessairement révéler une augmentation plus forte, puisque de 1870 à 1879, les revenus fonciers se sont accrus d'une façon très sensible, sinon très considérable, dans le département de l'Oise (Voy. tableau VIII).

Ces chiffres prouvent très clairement ce que nous tenions à montrer, c'est-à-dire que, durant le second empire et même pendant les années qui l'ont suivi, l'augmentation de la valeur locative du territoire agricole a été très lente dans le département de l'Oise.

VII

En Bourgogne, dans les plaines si fertiles qui s'étendent sur les deux rives de la Saône aux environs de Chalon, le prix de location des exploitations rurales ne s'est pas accru avec beaucoup plus de rapidité. La période 1860-1870, est ici caractérisée par une sorte d'arrêt dans la marche ascendante des fermages.

FERMES DES HOSPICES DE CHALON-SUR-SAONE.

NOMS DES FERMES.	PRIX DE FERMAGE AUX DATES SUIVANTES :			HAUSSE P. 100.		
	1848.	1860.	1870.	1848-60.	1860-70.	1848-70.
	Fr.	Fr.	Fr.			
Rully	2200	2550	2760			
Lux	5420	7270	7270			
Mont-les-Seurre	1886	2189	2326			
Prés de Varennes	970	980	1270			
Coclois	3300	5200	4240			
Saint-Côme	5640	5270	5635			
Grange-Nadot	5450	9870	9930			
Maison-Dieu	2640	1560	2400			
Saint-Jean	700	960	1200			
Saint-Jean-des-Vignes	1000	1060	1090			
Escles	1000	950	1090			
Champforgueil	2150	2400	2660			
Varenne	1660	1660	1960			
Sassenay	2000	1300	2140			
Saunières	6120	6520	6440			
Sermesse	1370	1200	1420			
Nantoux	1400	1400	2420			
Châtenoy	224	2540	2940			
TOTAL	47146	54879	59191	16.4	7.9	25.5

Le département de Saône-et-Loire comprend des régions trop différentes pour que les observations qui s'appliquent à l'une d'entre elles puissent être exactes en ce qui concerne les autres. En relevant dans l'enquête de 1879-81 les

chiffres qui concernent le revenu imposable des terres labourables, seule division du territoire agricole dont la valeur locative puisse être comparée à celles des fermes, nous obtenons les résultats suivants :

Revenu net imposable par hectare des terres labourables.

	1851	1879
	FR.	FR.
Département de Saône-et-Loire..................	32.78	44.50
	P. 100	
Augmentation (1851-1879)............................	35.	
Augmentation moyenne annuelle......................	1.250	

Cette plus-value moyenne annuelle diffère en somme fort peu, comme on le voit, de celle que nous venons de calculer pour les fermes des hospices de Chalon-sur-Saône. Mais elle représente à peine la moitié de celle qui se rapporte aux domaines de la Sarthe, et est inférieure au tiers de l'augmentation qui s'était produite par année moyenne dans la valeur locative des exploitations appartenant à l'hospice d'Angers. Le contraste est trop frappant pour qu'il soit nécessaire d'insister plus longtemps sur ces différences dans la marche des revenus financiers.

VIII

Nous avons déjà signalé les travaux intéressants de M. Dubost sur les variations des prix de fermage d'un groupe de vingt-six domaines agricoles situés aux environs de Bourg. Voici les chiffres que l'auteur indique et qui représentent la valeur locative de l'hectare de 1850 à 1866.

FERMES DES HOSPICES DE BOURG (AIN).

	1851	1866
Prix de fermage par hectare....................	50 fr.	66 fr.
	P. 100	
Augmentation (1850-1866)............................	32	
Augmentation moyenne annuelle......................	2	

Nous n'avons jamais signalé encore une augmentation aussi considérable dans les régions du nord-est et de l'est.

En puisant aux mêmes sources que M. Dubost mais en faisant porter nos calculs sur les cinquante-deux domaines qui composent le patrimoine des hospices de Bourg et non pas seulement sur vingt-six d'entre eux, nous avons obtenu une plus-value moyenne un peu inférieure à celle qui est indiquée plus haut (32 p. 100).

Ceci n'est du reste qu'un détail et il ressort des chiffres mêmes dont s'est servi M. Dubost que la marche ascendante des revenus fonciers dans la Bresse, a été encore notablement moins rapide que dans le Maine, l'Anjou et les régions de la Bretagne au sujet desquelles nous avons recueilli des renseignements précis.

IX

Le moment est venu de résumer les faits que nous avons exposés, de chercher la loi générale à laquelle ils peuvent être rattachés et d'indiquer en quelques mots la conclusion de ce long chapitre.

Examinons pour plus de simplicité quelles ont été, pendant la période 1848-1870 *tout entière*, les variations de la valeur locative des trois cent quatorze domaines dont nous nous sommes successivement occupé :

AUGMENTATION DES PRIX DE FERMAGE PENDANT LA PÉRIODE 1848-1870.

1° Région du Nord-Ouest.	P. 100	
Fermes des hospices de Rouen	21.6	
2° Région de l'Ouest.		
Fermes des hospices du Mans	44.9	
— de la Mayenne	151.7	
— des hospices d'Angers	93.8	
— — — de Châteaubriant	65.0	
— — — de Quimper	55.0	
— — — de Saint-Brieuc	23.2	
3° Région du Nord-Est.		
Fermes des hospices de Nancy	18.3	
— — — de Chaumont, baisse de		2.1
— — — de Beauvais	9.1	
4° Région de l'Est.		
Fermes des hospices de Chalon-sur-Saône	25.5	
— — — de Bourg	32.0	

En faisant la moyenne des augmentations que nous avons constatées dans les deux premiers groupes et dans les deux derniers, on obtient les résultats suivants :

Augmentation moyenne.

	P. 100
Premier groupe (Nord-Ouest)	65.0
Deuxième groupe (Ouest)	
Troisième groupe (Nord-Est)	20.6
Quatrième groupe (Est)	

Ce qui frappe avant tout, lorsqu'on examine le tableau précédent, c'est l'augmentation de la valeur locative des propriétés rurales.

Mais à ce point de vue il existe entre les régions que nous avons étudiées des contrastes remarquables. Pour les deux premiers groupes, la plus-value moyenne des fermages a été de 65 p. 100, pour les deux derniers elle se réduit à 20 p. 100. La hausse des revenus fonciers a donc été, d'une façon générale, plus considérable dans les régions de l'ouest que dans celles de l'est. Nous ne cherchons pas à préciser ces différences, il nous suffit de montrer qu'elles existent et qu'elles sont extrêmement marquées. Si l'on examine chaque groupe successivement, on s'aperçoit que celui du nord-ouest est caractérisé par une augmentation relativement faible du prix de fermage; il se distingue en tout cas très nettement du groupe suivant qui présente une assez grande homogénéité et pour lequel l'accroissement moyen de la rente du sol est beaucoup plus élevé. Quand on jette ensuite les yeux sur le troisième groupe correspondant aux régions du nord-est, le contraste est frappant. Ce n'est pas seulement une très faible augmentation que l'on constate, mais une véritable baisse. Cette dépression n'est pas considérable, mais elle est cependant sensible. Enfin le quatrième groupe se distingue du précédent par une hausse plus rapide des fermages, sans que cette augmentation puisse néanmoins être comparée à celle qui s'est produite dans les régions de l'ouest.

Tels sont, résumés en quelques lignes, les faits que nous avons observés.

Est-il besoin d'ajouter que nous ne saurions avoir la prétention d'étendre à des régions qui nous sont inconnues les conclusions tirées d'une série d'études toutes locales. C'est seulement en comparant entre eux les résultats des deux grandes enquêtes de 1851 et de 1879, que nous allons pouvoir en même temps confirmer nos observations personnelles, et montrer qu'il était en réalité permis de les considérer comme très générales.

Voici, d'après les chiffres officiels, quelle a été l'augmentation du revenu net imposable dans les départements où nous avons choisi nos exemples. Pour plus de précision, nous groupons dans le même tableau les indications qui se rapportent aux terres labourables, dont la valeur locative se rapproche évidemment du prix de fermage des exploitations rurales.

Le contraste est frappant entre le premier et le second groupe; l'augmentation est deux fois plus considérable pour les départements du nord-ouest et de l'ouest que pour ceux du nord-est et de l'est.

TABLEAU IX.

Revenu net imposable par hectare des terres labourables et de l'ensemble des natures de culture, d'après les travaux effectués en 1851 *et* 1879.

PREMIER GROUPE.

NOMS DES DÉPARTEMENTS.	TERRES LABOURABLES.		ENSEMBLE DES NATURES DE CULTURE.		AUGMENTATION P. 100.	
	1851.	1879.	1851.	1879.	Terres labourables.	Ensemble des cultures.
Seine-Inférieure	74.10	99.52	76.38	104.20	34	36
Sarthe	38.53	53.80	41.06	57.02	39	38
Mayenne	37.71	65.34	40.30	69.66	73	72
Maine-et-Loire	39.22	65.87	43.49	71.76	67	65
Loire-Inférieure	29.49	47.59	33.21	55.13	61	66
Finistère	41.18	61.60	27.19	42.39	49	55
Côtes-du-Nord	41.33	61.78	35.16	55.13	49	53
Moyenne du groupe.	......	......	......	......	53	55

Ces résultats confirment donc nos observations antérieures. Nous ne pouvons avoir et nous n'avons jamais eu un seul instant la pensée d'attribuer à nos recherches personnelles, limitées à quelques centaines

DEUXIÈME GROUPE.

NOMS DES DÉPARTEMENTS.	TERRES LABOURABLES.		ENSEMBLE DES NATURES DE CULTURE.		AUGMENTATION P. 100.	
	1851.	1879.	1851.	1879.	Terres labourables.	Ensemble des cultures.
Meurthe-et-Moselle	38.94	43.23	45.22	51.35	11	13
Oise	72.52	89.10	67.47	83.69	22	24
Haute-Marne	22.73	26.68	30.56	33.68	17	10
Saône-et-Loire	32 78	44.53	42.65	64.73	35	51
Ain	46.37	64.57	40.92	58.24	39	42
Moyenne du groupe.	......	......	......	......	24	28

Moyenne du premier groupe.

	P. 100
Terres labourables	53
Ensemble des cultures	55

Moyenne du deuxième groupe.

Terres labourables	24
Ensemble des cultures	28

d'exemples, le caractère d'une enquête générale ; ce que nous pouvions seulement espérer, c'est que l'étude sérieuse d'un groupe important d'exploitations rurales, dans plusieurs régions, nous donnerait des indications intéressantes sur la marche des revenus fonciers. Sans doute les chiffres que nous avons obtenus diffèrent de ceux qui nous sont fournis par les enquêtes officielles; mais il faut s'attacher au sens général des variations de la valeur locative et aux proportions qui existent entre elles plutôt qu'à leur amplitude même et à leur importance absolue.

L'examen du tableau précédent nous paraît confirmer les conclusions que nous avons déjà formulées, et justifier en même temps la méthode dont nous nous sommes servi dans nos recherches.

LES ENQUÊTES GÉNÉRALES

Les enquêtes générales dont nous pouvons disposer vont nous permettre maintenant d'étudier les variations du revenu des propriétés non bâties dans la France entière, et de chercher en même temps sur quelles divisions du territoire agricole l'augmentation a surtout porté. Des différences notables existent à ce point de vue entre les terres labourables, les prairies, les vignes, les bois, etc. Cette diversité dans le taux d'accroissement des revenus fonciers, suivant les natures de culture, expliquent les contrastes curieux qui s'observent entre les départements quand on étudie la marche de la valeur locative ou vénale du sol dans chacun d'eux. La nature des produits cultivés est une des causes multiples dont il faut tenir compte, mais le revenu et le prix des terres varient aussi avec les aptitudes particulières des terrains, avec leur composition et avec les améliorations qu'ils sont susceptibles de recevoir au moyen des amendements et des engrais.

Les circonstances économiques exercent enfin une influence

considérable sur les variations du revenu des propriétés rurales. Il ne saurait être permis de l'oublier. Nous aurons donc soin d'indiquer celles qui peuvent expliquer les faits observés.

I

L'enquête officielle de 1851, évaluait à 1,824,186,249 francs le revenu net de la propriété non bâtie; et celles de 1879 en porte le montant à 2,645,000,000 francs.

L'écart entre ces deux chiffres est 764,189,386 francs, et l'augmentation s'élève en conséquence à 38 p. 100 environ. Voici comment se répartissait cette plus-value entre les différentes divisions du territoire agricole.

TABLEAU X.

Plus-value acquise par les diverses natures de culture pendant la période 1851-1879.

	AUGMENTATION p. 100.	OBSERVATIONS.
Terrains de qualité supérieure	38	Voir pour les chiffres qui ont servi à ces calculs le tableau XIX de l'enquête (1879-1881).
Terres labourables	33	
Prés et herbages	33	
Vignes	87	
Bois	11	
Landes et autres terrains incultes	31	
Cultures diverses	15	
Ensemble des natures de culture.	**38**	

Les chiffres suivants servent en outre à montrer quelle était en 1851 et en 1879 l'importance relative de chacune des divisions ci-dessus mentionnées par rapport à la surface cultivée (Voy. tableau XI).

Le premier tableau nous montre que l'augmentation du revenu a été particulièrement sensible pour les vignes, fort notable encore pour les terres labourables, et très faible au contraire en ce qui concerne les bois.

TABLEAU XI.

Importance relative de chacune des divisions du territoire agricole par rapport à la surface totale.

	1851.	1879.
	P. 100.	P. 100.
Terrains de qualité inférieure	1.45	1.39
Terres labourables	52.14	52.34
Prés et herbages	9.58	9.99
Vignes	4.49	4.60
Bois	15.98	16.79
Landes et patis	14.97	13.49
Cultures diverses	1.39	1.40
Ensemble des natures de culture.	100.00	100.00

L'élévation croissante du prix de l'hectolitre de vin explique la hausse du revenu des terres consacrées à la culture de la vigne. On peut aisément prévoir que les départements assez heureux pour avoir conservé, en 1879, une grande partie de leurs vignobles, doivent présenter une augmentation considérable des revenus imposables.

Si la valeur des bois destinés à la construction s'est accrue d'environ un tiers de 1849 à 1879, le prix du bois de chauffage s'est élevé bien moins rapidement, en raison des facilités nouvelles apportées par les chemins de fer au transport de la houille, et surtout à cause de l'emploi presque exclusif de ce dernier combustible pour la fabrication de la fonte, du fer et de l'acier.

Il ne s'est en conséquence produit qu'un faible accroissement dans les revenus des forêts, sauf pour les parties de la France où l'amélioration des routes a permis de les exploiter à meilleur compte, en diminuant les frais de transport.

La mise en valeur des terrains incultes par le boisement a produit parfois de merveilleux résultats. C'est ainsi que, dans le département des Landes, la valeur des terres improductives a doublé en moins de trente ans, tandis que le revenu des bois en général augmentait de 25 p. 100, grâce au perfectionnement des moyens de transport.

Mais si utiles que puissent être les indications fournies par la

nature différente des cultures, elles ne sauraient suffire à nous donner une idée générale des variations qu'ont présentées en France les revenus des terres.

Non seulement l'étendue relative consacrée aux vignes, bois, prairies, etc., n'est pas la même pour chaque département, mais la plus-value acquise par chaque division du territoire agricole a été différente suivant les régions. La valeur locative des prairies s'est accrue de 50 p. 100 dans la Nièvre, tandis qu'elle n'a augmenté que de 25 p. 100 dans l'Orne. Le revenu de l'hectare planté en vigne a quintuplé dans l'Aude, tandis qu'il a simplement doublé dans l'Aveyron; la valeur des bois a diminué dans l'Ariège, tandis qu'elle s'accroissait de 70 p. 100 dans la Loire-Inférieure. Il est donc indispensable de chercher en quelque sorte la résultante moyenne de ces actions diverses et de jeter un coup d'œil d'ensemble sur toute les régions de la France pour se rendre compte des contrastes qu'elles présentent entre elles.

II

D'une façon générale, il est visible que les régions de l'ouest, du sud-ouest et du centre sont celles qui ont été le plus favorisées. Si l'on suit par la pensée le cours de la Loire, il semble que ce fleuve ait, comme le Nil, répandu sur ses bords un limon fertilisant. Dans son bassin, l'augmentation des loyers agricoles a été nettement accusée.

Le même phénomène s'est produit sur les rives de la Garonne. Tous les départements que ce fleuve traverse ou qui sont arrosés par ses affluents se distinguent des régions voisines par une évélation plus rapide et plus considérable de la valeur locative du sol. L'opposition est très marquée entre ces deux groupes de département et ceux du nord-est, de l'est et du sud-est, où la marche ascendante des revenus fonciers a été très lente. Il est même curieux de constater que la région fertile qui entoure Paris ne s'est pas trouvée aussi favorisée que le Maine, l'Anjou, le Berry, la Touraine, etc. La Normandie, cette terre classique de l'agriculture féconde et prospère, se montre inférieure au point de vue de l'augmentation des revenus du sol à des provinces voisines autrefois déshéritées. Seules, quelques régions qui nous apparaissent comme isolées au milieu des autres, le pays de Caux, l'Artois, la Flandre, font

exception à la règle, et présentent une accroissement très sensible des loyers agricoles, bien que le taux des plus-values réalisées soit inférieur à celui que l'on a observé dans le bassin de la Loire.

De ce rapide coup d'œil jeté sur la France, il résulte que, si on la divise en deux parties, au moyen d'une ligne partant du département du Nord pour aboutir à celui des Pyrénées-Orientales, la situation de la propriété rurale nous paraît absolument différente, des deux côtés de cette frontière fictive. Autant l'augmentation des revenus du territoire agricole a été faible dans la France orientale, et surtout à ses deux extrémités nord et sud, autant elle semble avoir été générale et forte dans la France occidentale.

En outre, chose curieuse à noter, ce sont les régions les plus riches comme la Normandie, l'Ile-de-France, la Picardie, qui présentent le plus faible accroissement dans la valeur locative ou vénale des terres. Le voisinage de Paris, c'est-à-dire du centre de consommation le plus important que l'agriculture possède, n'a pas exercé, nous le répétons, une influence décisive sur le revenu et le prix des propriétés rurales. Les chiffres suivants en fournissent la preuve.

TABLEAU XII.

DÉPARTEMENTS.	TAUX DE LA PLUS-VALUE (1851-1879).	
	Valeur locative.	Valeur vénale.
Aisne	41	27.06
Oise	24	12.32
Seine-et-Oise	18	8.59
Seine-et-Marne	26	4.59
Plus value-moyenne	27	13.14
MOYENNE POUR LA FRANCE	41	43.45

Aux environs de Lyon et de Marseille il en a été de même. Les départements du Rhône et des Bouches-du-Rhône présentent d'assez faibles variations de la valeur vénale et locative du sol (tabl. XIII).

C'est en quelque sorte dans une deuxième zone plus éloignée des grands centres de consommation et d'activité commerciale qu'il faut aller chercher des exemples de hausse rapide et considérable.

TABLEAU XIII.

DÉPARTEMENTS.	TAUX DE LA PLUS-VALUE (1851-1879).	
	Valeur locative.	Valeur vénale.
Rhône	35.0	29.00
Bouches-du-Rhône	10 0	2.25
MOYENNE	22.5	15.62
FRANCE (MOYENNE)	41 0	43.46

Était-ce là un fait nouveau dont la transformation des moyens de transport peut fournir l'explication? D'une façon plus générale encore, la marche des revenus fonciers n'avait-elle pas été différente en France, suivant que l'on considère la période 1821-1851, ou celle qui lui succède?

Nous avons essayé de résoudre ce problème et de chercher comment s'était répartie entre nos départements la plus-value réalisée pendant la Restauration et le règne de Louis-Philippe. Voici les résultats de nos recherches. En tirant une ligne droite de Dunkerque à Perpignan, et en examinant successivement les deux parties de la France ainsi divisée, on constate que de 1821 à 1851, la moitié orientale a été en général beaucoup plus favorisée que la moitié occidentale. C'est dans le sud-est, le nord et le nord-est que sont situés les départements qui se distinguent par l'élévation considérable des revenus fonciers. Le Nord, le Pas-de-Calais, les Ardennes, la Meuse, l'Aube, l'Yonne, la Haute-Marne et les Vosges forment à ce point de vue un groupe très remarquable dont nous ne retrouvons pas l'équivalent dans la France occidentale. Les régions voisines de Paris, c'est-à-dire les départements de l'Oise, de Seine-et-Oise, d'Eure-et-Loir, se rattachent au groupe précédent et présentent des plus-values moyennes qui varientde 66 à 100 p. 100. La vallée de la Loire, surtout dans sa partie supérieure est également favorisée; le mouvement de hausse que nous venons de constater dans cette partie de la France de 1851 à 1879, n'a donc fait que s'accélérer; ici le passé fait bien comprendre et prévoir l'avenir.

En revanche le contraste est frappant quand on examine la région

du sud-ouest. Une véritable transformation a été accomplie dans cette partie de la France. La culture de plus en plus répandue et de plus en plus fructueuse de la vigne explique les différences que nous constatons. De 1851 à 1879, le revenu de l'hectare planté en vigne s'est accru de 300 p. 100 dans la Haute-Garonne, de 500 p. 100 dans l'Aude, de 260 p. 100 dans le Tarn-et-Garonne, de 210 p. 100 dans les Pyrénées-Orientales, de 94 p. 100 dans le Gers! Rien de pareil ne s'était produit durant la période précédente.

Ailleurs, dans les Landes par exemple, le boisement des terres incultes au moyen des pins a doublé en trente ans la valeur du sol; dans la Haute-Vienne, l'irrigation des prairies a produit des résultats analogues; grâce à un meilleur aménagement des eaux, le revenu des prés augmentait de 59 p. 100 et leur valeur vénale de plus de moitié.

En résumé, autant l'accroissement des revenus et du prix des terres avait été faible dans le sud-ouest pendant la Restauration et le gouvernement de Juillet, autant il a été rapide et considérable depuis 1851 jusqu'à 1879.

Il nous reste à signaler encore un autre contraste non moins saisissant que l'on observe en jetant les yeux sur les régions du sud-est. Une transformation brusque paraît s'y être accomplie, mais elle correspond à un véritable désastre.

Sur les deux rives du Rhône, cinq départements présentaient en 1851 une augmentation très forte des loyers agricoles; nous voulons parler de l'Ardèche, du Gard, de l'Hérault, de la Drôme et de Vaucluse. La culture de la vigne, celle de la garance, et l'une de nos plus belles industries rurales, la production de la soie, avaient enrichi ces départements. A partir de 1854, une maladie redoutable, et sans remèdes connus, porta un coup funeste à l'élevage des vers à soie, surtout dans les Cévennes et le Vivarais. Les découvertes de la chimie, en permettant de remplacer la garance par l'alizarine ont ensuite appauvri la Drôme et le département de Vaucluse. Les ravages du phylloxéra ont en partie ruiné le Gard, où la valeur de la propriété rurale a diminué de 11 p. 100 depuis 1851, tandis qu'elle s'était rapidement accrue dans la période précédente.

Si nous comparons enfin, d'une façon générale, la marche des loyers agricoles dans la moitié orientale de la France, durant l'une et l'autre des deux périodes que nous avons distinguées, il nous

paraît certain que l'élévation des revenus du sol a été moins considérable de 1851 à 1879 que pendant la Restauration et le règne de Louis-Philippe.

III

CONCLUSION

On peut résumer en quelques lignes les recherches auxquelles nous nous sommes livré, et les observations qui précèdent.

De 1851 à 1879 l'augmentation du revenu et du prix des terres a été très inégalement répartie en France.

Les régions de l'ouest, du centre et du sud-ouest ont été de beaucoup les plus favorisées; dans l'est on ne constate qu'un faible accroissement, et dans certains départements du sud-est la baisse est sensible. Entre la moitié occidentale et la moitié orientale de la France le contraste est si frappant, que ces deux parties de notre pays paraissent séparées par une véritable frontière des deux côtés de laquelle les progrès de l'agriculture et les circonstances économiques auraient été différentes. En dehors du phénomène général de l'augmentation de la valeur du sol, ce qui doit avant tout autre chose attirer l'attention de l'observateur, c'est donc une extrême diversité dans le taux des plus-values réalisées.

Si l'on remonte plus haut dans le passé, et si l'on cherche par exemple à suivre les variations du prix et du revenu des terres depuis les débuts de la Restauration, on observe des modifications aussi profondes, des inégalités aussi marquées. Autant l'augmentation de la valeur du sol a été faible de 1851 à 1879 dans la moitié orientale de la France, autant elle avait été considérable pendant la Restauration et le gouvernement de Juillet. C'est dans la partie occidentale de notre pays, et dans le bassin de la Loire en particulier, qu'on peut trouver des exemples d'une marche progressive et régulière des revenus fonciers.

Il faut enfin noter que, dans la seconde moitié du XIXe siècle, la transformation des moyens de transport exerça une influence manifeste sur l'élévation des loyers agricoles dans les départements voisins de Paris et des autres grands centres de consommation. Les terres situées auprès des grandes villes jouissaient avant 1858 d'une sorte de monopole qui expliquait leur valeur croissante. Elles ont

graduellement perdu ce privilège en même temps que les avantages dont elles avaient jusque là profité. En revanche, les progrès de l'agriculture, l'emploi de jour en jour plus répandu et plus judicieux des amendements et des engrais minéraux, les améliorations foncières plus nombreuses, les facilités de communications plus grandes ont donné au sol des régions éloignées une valeur qui s'est rapidement augmentée. Tels sont les faits principaux qui peuvent servir à caractériser la période dont nous avons abordé aujourd'hui l'étude.

Il nous reste cependant encore à résoudre un problème intéressant que nous nous sommes contentés jusqu'à présent d'indiquer : Comment peut-on expliquer les contrastes qui s'observent entre les deux moitiés orientale et occidentale de la France, à propos des variations de la valeur du sol? Quelles sont les causes générales qui ont produit, dans un même pays, soumis à un régime politique et économique uniforme, des résultats si différents? c'est ce que nous nous proposons de rechercher dans un prochain article, avec tous les développements que comporte cette intéressante question.

EXPÉRIENCES DE CHIMIE AGRICOLE

PAR

J. RAULIN

Professeur à la Faculté des sciences de Lyon.

Les résultats des essais comparatifs exécutés sur les cultures agricoles sont presque toujours troublés par l'influence de l'inégale fertilité du sol en ses divers points. Aussi, pour éviter cette cause d'erreur, on a adopté pour les expériences du champ de la station agronomique du Rhône, à Pierre-Bénite, près Lyon, le dispositif suivant : Le terrain d'expérimentation, qui est rectangulaire, est divisé en autant de parcelles rectangulaires, égales et parallèles, qu'on veut étudier de *circonstances*. Chaque parcelle est divisée en trois carrés égaux, de 10 mètres de côté, A, B, C; les deux carrés extrêmes A, C, identiquement traités, diffèrent du carré du milieu B, qui sert de témoin, par la circonstance qu'on veut étudier.

Il y a donc autant de parcelles rectangulaires que de circonstances à étudier, chacune ayant son témoin au milieu.

En général, la fertilité naturelle du sol variera régulièrement de A en C, en sorte que la demi-somme des récoltes de A et de C serait égale à celle de B, si les trois parcelles recevaient le même traitement. Le rapport de la demi-somme des récoltes de A et de C à celle de B exprimera donc l'influence de la circonstance qu'on étudie, corrigée des différences apportées par la nature du sol. En d'autres termes, si on ramène à 100 les récoltes de chaque témoin B, et que l'on corrige proportionnellement les demi-sommes des parcelles A et C correspondantes, on aura le tableau exact des influences des circonstances étudiées.

En 1887 et 1888 on a appliqué ce dispositif à l'étude comparée de l'influence de divers phosphates sur la culture du blé et du maïs.

Dans une première série d'expériences, en 1887, on a appliqué ces phosphates à la dose de 50 kilos d'acide phosphorique par hectare. Les parcelles B ne recevaient pas d'acide phosphorique; les parcelles A et C du même rectangle recevaient le même phosphate. Toutes les parcelles recevaient du sulfate d'ammoniaque et du chlorure de potassium en proportions convenables.

Voici le résumé des résultats :

EXPÉRIENCE FAITE AU CHAMP DE PIERRE-BÉNITE, DANS UN TERRAIN RICHE EN HUMUS ET EN CALCAIRE, SUR LE BLÉ DATTEL

ORDRE des parcelles.	NATURE DES PHOSPHATES.	RÉCOLTE $\frac{A+C}{2}$.	RÉCOLTE B.	RÉCOLTE $\frac{A+C}{2}$ celle de B étant 100.	EXCÈS des récoltes $\frac{A+C}{2}$ sur celles de B égales à 100.	EXCÈS des récoltes $\frac{A+C}{2}$ à l'hectare sur la récolte moyenne de B égale à 6978 kil.
		Kil.	Kil.			
Parcelle n° 1..	Superphosphate de chaux.	75.0	64.7	115.9	+ 15.9	+ 1109.5
Parcelle n° 2..	Phosphorites............	79.8	76.1	104.8	+ 4.8	+ 334.9
Parcelle n° 3..	Scories phosphoreuses...	71.1	70.8	100.5	+ 0.5	+ 34.9
Parcelle n° 4..	Coprolithes............	71.9	75.0	95.9	— 4.1	— 286.1
Parcelle n° 5..	Phosphate précipité.....	76.2	62.3	122.2	+ 22.2	+ 1549.1

Les inégalités des terres où ces expériences ont été faites étaient

MÊME EXPÉRIENCE REPRODUITE A LA FERME DE PERRON, DANS UN TERRAIN ARGILO-SILICEUX MOYENNEMENT RICHE EN HUMUS

ORDRE des PARCELLES.	NATURE DES PHOSPHATES.	RÉCOLTE $\frac{A+C}{2}$.	RÉCOLTE B.	RÉCOLTE $\frac{A+C}{2}$, celle de B étant 100.	EXCÈS des récoltes $\frac{A+C}{2}$ sur celle de B égales à 100.	EXCÈS des récoltes $\frac{A+C}{2}$ à l'hectare, sur la récolte moyenne de B égale à 7760 kil.
		Kil.	Kil.			Kil.
Parcelle n° 1.	Superphosphate de chaux.	107.0	94	113.8	+ 13.8	+ 1070.0
Parcelle n° 2.	Phosphorites...........	87.5	85	106.6	+ 6.6	+ 512.6
Parcelle n° 3.	Scories phosphoreuses..	80.0	72	111.1	+ 11.1	+ 861.4
Parcelle n° 4.	Coprolithes............	72.5	68	102.9	+ 2.9	+ 225.0
Parcelle n° 5.	Phosphate précipité.....	84.5	69	122.4	+ 22.4	+ 1738.2

telles que les récoltes de la parcelle B ont varié à Pierre-Bénite de 62,3 à 76,1, ou de 100 à 122,1, et au Perron de 68 à 94 ou de 100 à 138,2, c'est-à-dire que l'influence des inégalités de fertilité naturelle du sol sont au moins égales à l'influence maxima des phosphates, et que, sans le dispositif dont je me suis servi, il eût été impossible de mettre celle-ci en évidence.

Quant à l'influence des phosphates, les résultats sont concordants : à Pierre-Bénite comme au Perron, les superphosphates et les phosphates précipités ont donné des excédents de récolte certains, comparables entre eux ; les coprolithes, les scories, les phosphorites ont donné des excédents beaucoup moindres, et de l'ordre des erreurs des expériences.

Mais les phosphates fossiles ou plus généralement les phosphates à acide phosphorique peu soluble doivent-ils être rejetés, dans la pratique, comme inactifs, ou bien sont-ils seulement d'une action plus lente que les phosphates industriels, et ne suffirait-il pas, pour en tirer un bon parti, d'en confier au sol, la première année, une quantité 5 fois, par exemple, plus considérable que la quantité nécessaire à une seule récolte, et, les années suivantes, de réparer simplement les pertes par la dose habituelle de 40 à 50 kilos d'acide phosphorique à l'hectare ? C'est pour éclairer ce point qu'on a fait la seconde série d'essais dont voici le résumé :

EXPÉRIENCES FAITES AU CHAMP DE PIERRE-BÉNITE EN 1887 ET 1888

Maïs en 1887, Blé de Noé en 1888.

ORDRE des PARCELLES.	NATURE DES PHOSPHATES.	EXCÈS de récolte de $\frac{A + C}{2}$ sur B = 100.	EXCÈS de récolte a l'hectare de $\frac{A + C}{2}$ sur B = 44880 kil.	EXCÈS de récolte de $\frac{A + C}{2}$ sur B = 100.	EXCÈS de récolte $\frac{A + C}{2}$ à l'hectare, sur B = 6132 kil
			Kil.		Kil.
Parcelle n° 1.	Superphosphate en 1887 : P^2O^5 = 40 kil. à l'hectare..............	9.03	4.050	......	....
	Superphosphate en 1888 : P^2O^5 = 40 kil. à l'hectare............	......	....	37.0	2.310
Parcelle n° 2.	Coprolithes en 1887 : P^2O^5 = 200 kil. à l'hectare..................	11.36	5.100	......	....
	Coprolithes en 1888 : P^2O^5 = 40 kil. à l'hectare....................	......	....	58.5	3.590
Parcelle n° 3.	Coprolithes en 1887 : P^2O^5 = 40 kil. à l'hectare....................	5.84	2.820	......	....
	Coprolithes en 1888 : P^2O^5 = 40 kil. à l'hectare....................	......	....	30.2	1.850
Parcelle n° 4.	Phosphorites en 1887 : P^2O^5 = 200 kil. à l'hectare................	8.22	3.700	......	....
	Phosphorites en 1888 : P^2O^5 = 40 kil. à l'hectare....................	......	....	30.3	1.800
Parcelle n° 5.	Phosphate précipité en 1887 : 40 kil. à l'hectare..............	15.33	6.880	......	....
	Poudre d'os en 1888 : P^2O^5 = 40 kil. à l'hectare....................	......	....	24.3	1.490
Parcelle n° 6.	Scories du Creusot en 1887 : P^2O^5 = 200 kil. à l'hectare.........	2.54	1.140	......	....
	Scories du Creusot en 1888 : P^2O^5 40 kil. à l'hectare...........	......	....	21.8	1.340

Notons d'abord que ce sont les scories qui ont donné les plus petits excédents : cela tient vraisemblablement à ce qu'on a employé les engrais phosphoriques mêlés à du sulfate d'ammoniaque et à du chlorure de potassium : or les scories sont le seul engrais phosphorique qui dégage de l'ammoniaque en quantité notable de ce mélange. Il y a donc perte en azote. La conséquence de ce fait est qu'il ne faut pas mêler ces scories aux sels ammoniacaux, lorsqu'on les emploie en agriculture. Si nous laissons de côté cette particularité, nous voyons que les parcelles phosphatées ont donné en 1887 pour la récolte en maïs de petits excédents, tous dans le même sens ; et que le plus petit a été celui de la parcelle n° 3, qui a reçu 40 kilos d'acide phosphorique à l'état de coprolithes.

Ces résultats s'expliquent par la richesse relative des parcelles témoins en acide phosphorique, et par le grand développement des

racines de cette céréale qui a atteint en moyenne 3 mètres à 3m50 de hauteur. En 1888, le blé a donné partout des excédents importants, beaucoup plus considérables que ceux de la première série : cela tient d'une part à l'accumulation des phosphates dans les parcelles A et C qui en ont reçu, deux années consécutives, et à l'épuisement en acide phosphorique de la parcelle B par deux années de culture.

Donc, au moins dans les conditions de nos expériences, les phosphates à acide phosphorique insoluble dans le citrate d'ammoniaque (poudre d'os, phosphorites, coprolithes, scories métallurgiques), sont lentement assimilables par les céréales, soit qu'ils se modifient dans le sol avec le temps, soit qu'ils se disséminent peu à peu par les cultures répétées : on peut donc les employer avec profit à condition d'en mettre la première année un grand excès, et de réparer les pertes les années suivantes.

Lyon, le 4 janvier 1889.

CORRESPONDANCE

Ardres, le 3 avril 1889.

Monsieur Dehérain, membre de l'Institut, Paris,

Je viens de lire la première partie du travail que M. Porion et vous publiez sur les expériences de Wardrecques.

Vous dites : Si l'on s'en rapportait à cette seule expérience, on pourrait en conclure que les graines de l'excellente race Vilmorin, pas plus que celles de Dippe, ne conservent indéfiniment leurs caractères, quand elles sont cultivées dans la région septentrionale.

Si la sélection des betteraves n'a pas été faite scientifiquement chez M. Porion, c'est-à-dire si on n'a pas analysé chaque betterave et si l'on n'a pas choisi les plus riches pour la reproduction, je crois que vous avez raison, que la dégénérescence de la race Vilmorin, de la race Dippe, de toutes les races *très riches*, sera très rapide sous tous les climats. Le caractère « richesse » n'est pas encore bien défini.

Mais si la sélection a été bien faite, je crois que la dégénérescence n'existe pas, au contraire, et nous le prouvons en ce moment par nos analyses et les sélections chez les producteurs de graines pour notre usine. Les plus riches betteraves (dont 6 allaient à 20 p. 100 de sucre) sont cultivées dans la région depuis quatre ans et à ma fabrique de Incerkerke (Belgique), depuis huit ans. Donc douze ans de culture dans le Nord !

M. Caron, cultivateur à Oye, M. Waguet, à Bourbourg, producteurs de graines et concurrents de notre concours betteravier pour la production des graines,

ont livré des betteraves de plus en plus riches, et cela continuera, parce que nous ferons, chaque année, chez ces fermiers et chez leurs concurrents, 6,000, 7,000, 10,000 analyses, s'il le faut, pour trouver la quantité de graines extra-riches, devant servir à la reproduction.

Et quant à la graine à semer, on surpaye déjà la graine faite dans le pays, et, dès l'année prochaine, nous pourrons livrer les graines *acclimatées* pour les 2,500 hectares de terres que nous demanderons à la culture.

J'espère que ces faits vous intéresseront et que vous voudrez bien me faire connaître la méthode suivie pour la sélection, s'il y a eu sélection.

Veuillez agréer, monsieur, l'assurance de mon respect pour votre très haute science,

DELORI.

La lettre de M. Delori nous a paru intéressante, ses conclusions importantes à faire connaître. Nous avons parlé de dégénérescence des races Vilmorin et Dippe cultivées à Wardrecques, comme d'une chose possible, sans affirmer qu'elle eut lieu, en effet. Nous avions quelques craintes, les expériences de M. Delori tendent à prouver qu'elles sont vaines, nous ne pouvons que nous en féliciter.

P.-P. D.

REVUE DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES.

Chimie agricole.

De la formation de l'acide nitrique et de l'acide nitreux dans la nature, par l'évaporation de l'eau, par les substances alcalines et par le sol, par M. A. BAUMANN[1]. — Le titre un peu long de ce Mémoire énonce le contraire des conclusions, et ce n'est pas sans une certaine surprise qu'on passe tout du long des pages d'un résultat négatif à un autre résultat jusqu'à la fin, où l'auteur achève de nier toute formation d'acide nitrique ou nitreux, sous l'influence de l'évaporation de l'eau ou dans le sol considéré comme tel, c'est-à-dire privé d'organismes vivants.

Le travail se partage en deux parties, dont la première est consacrée à la réfutation d'une hypothèse déjà ancienne de Schœnbein sur la formation de nitrite d'ammoniaque pendant l'évaporation de l'eau; la seconde à celle d'un récent Mémoire de M. B. Frank, dans lequel il est dit que la terre stérilisée par la chaleur continue à nitrifier l'ammoniaque et que le bacille extrait d'un sol de forêt est incapable de nitrifier[2].

Nous glisserons rapidement sur la première partie.

Voici d'abord en quoi consiste l'expérience fondamentale de Schœnbein :

On chauffe une capsule de platine, juste assez pour qu'une goutte d'eau qu'on y laisse tomber, se réduise de suite en vapeur, on tient au-dessus de la vapeur le goulot ouvert d'une bouteille froide jusqu'à ce qu'il se soit condensé

1. *Landwirthsch. Versuchsst.*, XXXV, p. 217-260.
2. Voyez : *Annales agronomiques*, t. XV, p. 143.

dans la bouteille quelques grammes d'eau; si on acidifie cette eau avec quelques gouttes d'acide sulfurique dilué, on remarque qu'elle bleuit l'empois d'amidon ioduré.

L'expérience ne réussit pas toujours également bien, quelque soin qu'on prenne à se placer dans des conditions toujours semblables; mais quand elle réussit, on peut obtenir par la potasse un dégagement d'ammoniaque qu'on peut mettre en évidence par le papier réactif ou par les fumées de chlorhydrate. Il existe donc dans l'eau recueillie de l'acide azoteux et de l'ammoniaque.

Cette expérience a été répétée et variée un grand nombre de fois avec des succès divers; elle a été discutée et la théorie Schœnbein a trouvé des partisans et des adversaires, sans qu'il fût possible, jusqu'à ce jour, de se prononcer catégoriquement pour ou contre la formation du nitrite d'ammoniaque pendant la simple évaporation de l'eau pure.

Nous pouvons nous dispenser de suivre l'auteur dans tous les détails d'expériences qu'il a entreprises afin d'élucider cette question, pour dire comment il est arrivé à un résultat bien inattendu, et qui semble tout expliquer.

Jeannel[1] a trouvé que lorsqu'on humecte et qu'on dessèche ensuite des sols calcaires et riches en humus il apparaît chaque fois de l'acide azoteux. Hünefeld, Reichardt et Herz[2] ont admis à leur tour que l'azote atmosphérique et l'eau donnent de l'acide nitreux en présence de l'hydrate de manganèse et du carbonate de magnésie, de potasse ou de soude.

Voulant faire quelques expériences analogues, M. Baumann tenait à s'assurer d'abord de la pureté du carbonate de chaux, et s'aperçut que l'eau de lavage qui avait servi à laver le produit renfermait toujours assez d'un acide de l'azote pour donner une forte réaction avec la diphénylamine-acide sulfurique, avec la brucine et avec l'iodure de zinc-amidon. Il semblait tout simple de débarrasser le carbonate de chaux de ces impuretés par un lavage à l'eau chaude bien pure, mais après un lavage de plus d'une heure on obtenait toujours les mêmes réactions.

Tous les échantillons de carbonate de chaux de toute provenance renfermaient de l'acide azoteux ou azotique. En désespoir de cause l'auteur a préparé lui-même du carbonate pur avec de l'oxyde de calcium pur, de l'eau pure et de l'acide carbonique pur. Le précipité a été divisé en deux lots, l'un séché au papier à filtré, l'autre à l'étuve. On a placé les deux échantillons dans des filtres et on y a versé quelques centimètres cubes d'eau. Après filtration l'eau du premier lot était pure, celle du second qui avait été séché par évaporation à l'étuve renfermait au contraire de l'acide nitrique. On peut même accumuler l'acide nitrique dans le carbonate de chaux en le mouillant et en le séchant à l'étuve plusieurs fois de suite.

Ces observations devaient amener l'auteur à faire les dessiccations dans un courant d'air pur. Jamais il n'a vu, dans ce cas, le carbonate de chaux se souiller de nitrate ou de nitrite. Il est donc évident que la formation des acides azotiques ou azoteux ne peut, ne repose pas sur la combinaison de l'eau avec

1. *Comptes rendus*, 1873, LXXV, 1244.
2. *Journ. f. Landw.*, XXVI, 167.

l'azote de l'air, ni sur l'oxydation de l'azote atmosphérique, ni sur la nitrification de l'ammoniaque atmosphérique par des substances alcalines.

Le carbonate de chaux n'est pas le seul corps qui présente ces phénomènes, les corps basiques en général, les oxydes, les hydrates d'oxydes, les carbonates sont dans le même cas ; on trouve les acides de l'azote dans presque toutes les matières basiques, inorganiques ou organiques. Ce fait devait mettre sur la voie de la seule explication plausible. Toutes ces matières basiques ne pouvaient absorber que les acides préexistant à l'état libre dans l'atmosphère, c'est-à-dire dans l'atmosphère de l'étuve.

En effet, de l'air puisé dans l'étuve par une trompe à eau et conduit dans un flacon qui renfermait 30 centimètres cubes d'eau tenant en suspension du carbonate de chaux, s'est montré fortement chargé d'acide nitrique, tandis que l'air du laboratoire n'en renfermait que des traces. La présence de cet acide dans l'étuve ne pouvait s'expliquer que par la combustion du gaz de l'éclairage,

Déjà en effet Lavoisier et de Saussure ont montré qu'il se forme de l'acide nitrique lorsqu'on fait brûler de l'hydrogène pur dans l'air, et depuis, un grand nombre de travaux sont venus confirmer et élargir ces observations [1]. On conçoit dès lors sans peine que les substances basiques préparées par la voie humide, et séchées à l'étuve renferment de l'acide nitrique. Il est facile de se convaincre que l'eau qui se condense au-dessus d'une flamme de gaz renferme des quantités notables de cet acide, qui se forme même en telle abondance, qu'on en trouve partout dans les locaux dans lesquels s'opèrent des combustions quelconques, les parois, les vitres, les verres, la poussière, lavés avec une petite quantité d'eau, donnent la réaction bleue avec la diphénylamine.

Une fois en possession de ce fait, l'auteur avait beau jeu pour expliquer les expériences de Schœnbein et ses irrégularités qui proviennent tout simplement de ce que des courants d'air accidentels entraînaient plus ou moins loin du flacon les produits de la combustion du gaz.

Nous arrivons enfin à la question de la nitrification de l'ammoniaque par le sol, en dehors de toute intervention des micro-organismes. Cette partie du mémoire est principalement dirigée, comme nous l'avons fait pressentir, contre le récent mémoire de M. Frank. Ce savant croit que le sol, de même que la mousse de platine, jouit de la propriété de transformer l'ammoniaque en acide nitrique. Il ajoute des quantités variables d'un sol calcaire riche en humus à une solution de chlorhydrate d'ammoniaque (8 milligr. du sol pour 100 cent. cubes d'eau) et constate que l'ammoniaque disparaît rapidement de la solution.

Il en conclut que cette ammoniaque a été transformée en acide nitrique ; mais dans aucune de ses expériences il n'a réellement vu apparaître une quantité d'acide nitrique équivalente de la quantité d'ammoniaque disparue. A l'aide du réactif de Nessler, il voit ainsi partir l'ammoniaque jusqu'aux dernières traces et n'hésite pas à mettre ce phénomène sur le compte de la nitrification : l'énergie avec laquelle le sol « nitrifie » dépend en première ligne de la quantité du sol qu'on ajoute à la solution saline. Cette dernière phrase, empruntée à M. Frank lui-même, renferme la condamnation de son opinion.

1. Nous renvoyons le lecteur au Mémoire original pour tout ce qui concerne la critique de ces travaux, sur lesquels nous ne pouvons insister ici.

L'ammoniaque a été tout simplement absorbée par l'humus et même volatilisée par le carbonate de chaux; il est dès lors évident que la rapidité avec laquelle elle disparaît est à peu près proportionnelle à la quantité de terre employée. En faisant bouillir la terre calcaire avec la solution, comme le fait M. Frank, il a décomposé le sel ammoniacal. M. Frank semble ignorer que la chaux à froid, le carbonate de chaux à chaud décomposent tous les sels ammoniacaux.

Ces expériences, défectueuses au point de vue chimique, ne permettent aucune déduction concernant la nitrification. En résumé, M. Frank s'est laissé induire en erreur par la méthode qu'il a employée. Il n'est pas permis de mesurer la nitrification par la disparition de l'ammoniaque en présence d'un sol calcaire.

On se rappelle que M. Frank a réussi à cultiver à l'état de pureté les divers organismes contenus dans le sol; l'un d'eux, une bactérie, s'est trouvé constamment dans tous les échantillons de terre qu'il a étudiés; or, aucun d'eux n'est capable de nitrifier l'ammoniaque. Par un hasard malheureux, M. Frank s'est surtout servi d'une terre calcaire riche en humus, qui, depuis des temps immémoriaux, porte une forêt de hêtres. Or, le sol des forêts ne renferme pas de nitrates, ou n'en contient que des quantités insignifiantes.

Il est probable que le sol des forêts ne constitue pas un milieu favorable au développement des organismes nitrifiants.

M. Baumann ne se contente pas de ces considérations : il répète les expériences de M. Frank sur onze échantillons de terre. 100 grammes de terre sont arrosés de 100, 250 ou 150 centimètres cubes d'une solution de chlorhydrate d'ammoniaque (8 milligr. pour 100 cent. cubes). Tous les deux jours, plus tard tous les quatre jours, on a prélevé quelques centimètres cubes du liquide, qu'on a filtré et étudiés avec le réactif de Nessler, la diphénylamine et le chlorhydrate de naphtylamine-acide sulfanilique. Le résultat a été conforme aux explications qu'on vient de lire; l'ammoniaque disparaît peu à peu quand il s'agit de terres calcaires, ou riches en humus; elle ne disparaît pas dans les sables. Dans aucun cas la diphénylamine et la naphtylamine n'ont donné la moindre réaction. Il ne s'est donc jamais formé ni nitrate, ni nitrite.

Sur le dégagement d'azote libre pendant la putréfaction, par M. Br. Tacke[1]. — Les recherches entreprises jusqu'à ce jour, dans le but d'étudier le dégagement d'azote libre ou de combinaisons azotées gazeuses, pendant la putréfaction, ont conduit à des résultats assez discordants. Il est en effet difficile de refaire les expériences toujours dans les mêmes conditions; de plus, on n'a pas toujours pris toutes les précautions nécessaires pour empêcher la diffusion de l'azote gazeux extérieur dans les appareils.

Les matières azotées se partagent en deux groupes dont le premier comprend les albuminoïdes et corps analogues, le second les combinaisons oxygénées. Les corps du premier groupe se décomposent pendant la putréfaction en corps à poids moléculaire faible, bases organiques, acide carbonique, ammoniaque et peut-être azote libre; les autres subissent des réductions (ammoniaque). On

1. *Landwirthsch.* Jahrb. XVI, 917-939; — *Bot., Centraebl.*, XXXVII, 56.

conçoit que de l'azote libre puisse se dégager dans les deux cas; pendant l'oxydation de l'ammoniaque, aussi bien que pendant la réduction de l'acide nitrique, il peut venir un moment où deux atomes d'azote, devenus libres, se réunissent en une molécule et se dégagent.

Les phénomènes de réduction sont indubitablement liés à l'activité vitale des micro-organismes; mais il se peut que l'oxydation se réduise à une lente combustion directe de l'ammoniaque, quoique les microbes jouent dans ce cas un rôle considérable, mis en évidence par une longue série de travaux. On peut enfin admettre une source d'azote libre quand on pense à l'acide azoteux réagissant sur l'ammoniaque, les amides ou les amides acides.

L'auteur a adopté la méthode suivante. On se sert d'un ballon dont le col se prolonge en un long tube recourbé de haut en bas et qui porte en outre une tubulure latérale par laquelle on introduit la matière qui doit pourrir et l'agent de la putréfaction. Puis cette tubulure est étirée à la lampe de manière à être facilement fermée d'un trait de chalumeau.

Le long tube vertical plongeant verticalement dans une cuve remplie de mercure; on réunit la tubulure latérale encore ouverte, à l'aide d'un tuyau de caoutchouc avec la trompe à vide; on fait le vide plusieurs fois à des intervalles assez longs, où après avoir chaque fois rempli l'appareil d'un gaz convenable, jusqu'à ce qu'on soit sûr d'avoir extrait tout l'azote gazeux, puis on ferme la tubulure latérale. Le gaz qui s'échappe de la matière en putréfaction est recueilli en bas sur la petite cuve à mercure.

On a suivi de cette manière la putréfaction de la farine de viande, du trèfle, de l'herbe des prairies, des betteraves, de la farine et de divers mélanges. La putréfaction a été mise en train à l'aide de petites quantités de terre, de boue des fosses ou des égouts, de fromage pourri.

Quand il s'agit de matières organiques azotées, mais privées de nitrates, on ne recueille pas d'azote libre en quantité appréciable, qu'on ait opéré d'ailleurs en présence ou en l'absence de l'oxygène. Les produits gazeux de la putréfaction sont, selon les cas, de l'acide carbonique, de l'hydrogène (ou hydrogène sulfuré), du gaz des marais.

Lorsqu'il y a au contraire des nitrates et qu'on opère en l'absence d'oxygène, on observe une réduction énergique de ces corps avec production d'azote et de tous les oxydes inférieurs de l'azote, dans des proprotions très variables. La présence de l'oxygène diminue, mais ne supprime pas ce phénomène de réduction, et à mesure qu'on enlève l'oxygène de la masse en putréfaction, on voit la réduction diminuer d'intensité. L'auteur ne croit donc pas, comme MM. Dehérain et Maquenne, que la réduction ne peut avoir lieu qu'en l'absence de l'oxygène[1]. M. Ehrenberg est arrivé sensiblement aux mêmes résultats, mais il n'a pu constater le dégagement de protoxyde et de bioxyde d'azote; en revanche, il a souvent trouvé du gaz des marais. M. Wollny[2], au contraire, a observé le dégagement de protoxyde d'azote, comme avant lui MM. Dehérain et Maquenne.

Tous ces corps proviennent de réductions : les nitrates sont réduits direc-

1. Comptes rendus, 691, 732.
2. *Journ. f. Land.*, XXXIV, 213.

tement, peut-être, ce qui serait plus vraisemblable sous l'action de l'hydrogène naissant; ceci expliquerait pourquoi il se dégage de l'hydrogène libre dès que tous les nitrates sont détruits. Cependant les microbes qui ont été étudiés par MM. Gayon et Dupetit opèrent la réduction des nitrates sans dégagement d'hydrogène.

Bactériologie.

La doctrine des « phagocytes » de M. Metschnikoff; observations critiques de M. H. Bitter[1]. — Voici en peu de mots la spirituelle doctrine de Metschnikoff, connue sous le nom de la doctrine des « phagocytes. »]

Des animaux très inférieurs, les amibes, dont le corps se réduit à du protoplasma nu, ainsi que les cellules mésodermiques des cœlentérés, des turbellariés, etc., jouissent de la propriété d'englober toutes sortes de corpuscules étrangers, et parmi ceux-ci de petits végétaux qu'elles digèrent. M. Metschnikoff admet que cette faculté n'a pas entièrement disparu chez les animaux supérieurs, quoiqu'elle ne puisse plus être considérée chez ceux-ci comme faisant partie de la digestion proprement dite, la digestion *intra-cellulaire* des animaux inférieurs étant remplacée chez les animaux supérieurs par une digestion extracellulaire ou « ouzymatique ».

Aux yeux du savant russe, cette propriété, détournée de sa théologie primitive, devient un agent de protection contre l'envahissement d'éléments nuisibles venus du dehors et surtout des microorganismes pathogènes. Il saute aux yeux que le phénomène sera assez compliqué en qui ce concerne les bactéries, que les bactéries entreront en lutte contre les cellules qui s'en sont emparé et que cette lutte peut avoir deux issues différentes.

Toutes les cellules qui peuvent digérer ainsi des corps étrangers ont reçu le nom de « *phagocytes* ».

Le patient atteint d'une maladie infectieuse ne pourra guérir que si les phagocytes se rendent maîtres de l'organisme infectant.

L'immunité qu'on observe après une première maladie ou après une vaccination préventive provient de ce que les phagocytes se sont habitués à la lutte contre le microbe, ou bien au poison que celui-ci produit.

L'auteur cite le cas des daphniées, qui sont attaquées par un champignon semblable à une levure et qui développe des ascospores aciculaires. Ces spores, avalées par l'animal, traversent la paroi de l'intestin et pénètrent dans les tissus, mais là elles rencontrent des leucocytes qui les enveloppent et les détruisent. Si quelques-unes de ces spores échappent aux leucocytes, elles germent et infestent l'animal.

On sait que les grenouilles sont réfractaires aux bacilles du charbon : si on leur inocule ces bacilles, on voit que les leucocytes s'en emparent et les détruisent. Or, à la température de 30°, les grenouilles sont infestées par les mêmes bacilles. On peut se convaincre qu'à cette température, un petit nombre seulement de leucocytes absorbent les baccilles. En présence de ce fait bizarre, l'auteur admet que ces bacilles sont habitués à la lutte contre les leucocytes

1. Extrait tiré de *Bot. Zeit.*, 1888, p. 846.

des animaux à sang chaud, en d'autres termes, qu'ils produisent en plus grande quantité le poison nuisible aux leucocytes à la température de 30° qu'à la température plus basse des grenouilles placées dans les conditions ordinaires.

Les spores du même bacille introduites sous la peau des grenouilles ne germent pas, parce qu'elles sont immédiatement enveloppées par les leucocytes. Quant aux animaux à sang chaud, les leucocytes englobent rarement ces bacilles, à moins qu'il s'agisse de ceux provenant d'un virus atténué ; les animaux ayant été traités par la vaccination préventive, les leucocytes habitués au prison pour le virus atténué, absorbent au contraire les bacilles virulents.

M. Metschnikoff a également étudié à ce point de vue l'érysipèle traumatique et la fièvre récurrente. Dans les deux maladies on a observé l'absorption des micro-organismes par les phagocytes. Les spirilles qui causent cette maladie se meuvent pendant longtemps librement dans le sang avant d'être saisis enfin et détruits par les phagocytes de la rate.

Il paraît en outre, d'après les observations du même auteur, que le travail des phagocytes intervient dans la gonorrhée, la lèpre et la tuberculose.

Les travaux et la théorie de M. Metschnikoff que nous venons d'exposer brièvement ont été examinés par un grand nombre d'auteurs, qui se partagent en deux camps. Citons d'abord ceux qui sont favorables à la théorie.

M. Hess confirme pleinement les vues du savant russe ; il trouve cependant que les leucocytes ne sont pas les seuls agents de l'immunité, mais que les cellules de la pulpe de la rate et les grandes endothéliennes du foie participent à ce travail de défense, M. Ribbert ajoute que les leucocytes attaquent non seulement les bactéries, mais encore les spores de diverses espèces d'*aspergillus* et de *mucor* introduites dans le corps des animaux à sang chaud. Ces spores, bientôt entourées par les leucocytes, ne peuvent germer, ou si elles germent, ne peuvent se développer normalement. Lorsqu'elles sont très nombreuses, il peut arriver que les leucocytes ne suffisent pas à les détruire entièrement. Le développement de ces moisissures est d'ailleurs inégalement entravé selon le nature de l'organe dans lequel elles se trouvent. Le rein constitue non seulement pour ces champignons un terrain plus favorable que le poumon et le foie, mais les leucocytes semblent encore s'y réunir plus lentement.

M. Ribbert admet que les leucocytes accumulés autour des moisissures et autour de certaines bactéries agissent sur celles-ci en s'emparant de l'oxygène et en dégageant des produits de l'assimilation qui diminuent la vitalité des champignons. Les champignons proprement dits ne sont pas absorbés et digérés par les leucocytes comme les bactéries, mais en revanche, ils peuvent être digérés par voie intracellulaire par des cellules géantes.

Lorsqu'un animal survit à l'inoculation d'une petite quantité de spores d'une moisissure, il jouit d'une immunité relative. Il ne s'agit pas ici d'un virus atténué, mais la première inoculation a eu pour effet de favoriser la multiplication des leucocytes, qui à la nouvelle épreuve se réunissent en nombre beaucoup plus considérable.

M. Lubarsch enfin a été conduit par ses recherches aux mêmes conclusions que M. Metschnikoff. Il s'élève tout particulièrement contre une assertion souvent

opposée à la doctrine des phagocytes, et d'après laquelle les bacilles absorbés par les leucocytes n'auraient été que des cadavres; il a observé lui-même au contraire que les bacilles préalablement tués par la chaleur sont moins rapidement absorbés par les leucocytes de la grenouille que les bacilles vivants.

Passons maintenant à la série des auteurs qui se sont prononcés contre la théorie de M. Metschnikoff.

Sans avoir fait d'expériences personnelles, M. Baumgarten et M. Weigert doutent de l'exactitude de l'hypothèse des phagocytes.

M. Baumgarten pense que les leucocytes, n'absorbant que les bacilles morts, ou tout au plus les spores, ne peuvent pas jouer de rôle protecteur. Dans les cas de fièvre récurrente se terminant par la guérison, les bactéries extraordinairement abondantes ne sont pas prises par les leucocytes, tandis qu'on les trouve au contraire incorporés en grand nombre dans les cellules après la mort du patient.

M. Weigert, lui aussi, trouve incompréhensible que les bactéries de la fièvre récurrente ne soient pas absorbées de suite; il admet que ces organismes subissent une altération pendant le cours de la maladie et par une cause jusqu'ici inconnue, que cette altération se traduit par une diminution de la motilité et que les leucocytes n'absorbent en réalité que les bactéries mourantes.

M. Christmas-Dirkinck-Holmfeld n'a vu qu'un petit nombre de bactéries absorbées par les leucocytes; les bactéries affaiblies périssent en majeure partie en dehors des cellules. M. Emmerich partage cet avis et borne le rôle des phagocites à la destruction des bactéries mortes. M. Pacolowsky, au contraire, qui, de même que l'auteur précédent, a réussi à guérir le charbon par l'inoculation d'autres bactéries, des coques de l'érysipèle, par exemple, se déclare partisan de M. Metschnikoff. Il explique de la manière suivante le singulier phénomène de la guérison par l'injection de bactéries étrangères à la maladie. Les bactéries du sang de rate sont détruites par les cellules du pus se développant à la suite d'une injection sous-cutanée; si on a fait une injection intra-veineuse, les bactéries étrangères excitent tellement les phagocytes, que ceux-ci deviennent aptes à s'emparer des bactéries du sang de rate.

M. Bitter fait remarquer qu'il n'est démontré en aucune façon ni par M. Metschnikoff ni par les autres auteurs que les bactéries ne peuvent pas être détruites autrement que par les phagocytes. S'il était possible que les bactéries perdent la vie indépendamment des phagocytes, il serait possible d'admettre que ces cellules n'absorbent que des bactéries mortes ou affaiblies.

M. Bitter et M. Nuttall ont essayé d'apporter un peu de lumière dans cette question. M. Bitter a inoculé des moutons avec des vaccins, et il a trouvé que les bactéries ne se répandent pas bien loin de la piqûre, qu'elles meurent en peu de jours, et cela le plus souvent en dehors des cellules, plus rarement dans les phagocytes qui n'englobent peut-être que des bactéries mortes peu nombreuses.

Contrairement à ce qu'avait vu M. Metschnikoff, M. Nuttall a remarqué que les bactéries du charbon virulentes ou atténuées introduites dans les corps de

1. Les lecteurs pourront compléter aisément ces notions élémentaires en consultant les *Annales de l'Institut Pasteur*: année 1888.

grenouilles ou d'animaux à sang chaud, se détruisent surtout en dehors des cellules, et que le nombre des bactéries absorbées par les phagocytes augmente dans la même proportion que celui des bactéries mortes en dehors des cellules. Il a vu directement, sous le microscope, que le sang frais, l'humeur aqueuse, et l'humeur péridaucale détruisent les bactéries sans le secours des cellules. Par contre M. Metschnikoff n'a pas démontré que les phagocytes peuvent détruire des micro-organismes pathogènes en pleine activité vitale. Dans ses recherches sur les grenouilles, il n'a pas vu ou il n'a pas bien interprété les nombreuses bactéries qui périssent en dehors des cellules. S'il est vrai que les leucocytes des grenouilles maintenues à 30 degrés ne peuvent plus absorber autant de bactéries qu'à basse température, cela peut s'expliquer par une altération de l'humeur générale de l'animal et telles que les bactéries n'y sont plus affaiblies autant qu'à la température normale de cet animal à sang froid.

Il n'est donc pas démontré le moins du monde que les phagocytes s'emparent des bactéries dangereuses pour les détruire, mais en revanche, il n'est pas possible de mettre aujourd'hui une hypothèse meilleure à la place de celle de M. Metschnikoff.

Physiologie végétale.

Sur les matériaux de réserve de l'arbre, par M. R. Hartig[1]. — On admettait jusqu'à présent que les matériaux fabriqués en excès par les arbres, se déposent surtout à l'état d'amidon, dans les cellules parenchymateuses de l'aubier, où ils séjournent pendant l'hiver, pour se redissoudre au printemps, du moins en majeure partie et pour servir à l'accroissement des nouvelles pousses et du nouvel anneau libéro-ligneux. On parvient en effet fatalement à cette conception quand on ébranche les arbres au printemps et qu'on voit disparaître toutes les matières de réserve. Lorsqu'on enlève un anneau complet d'écorce, et qu'on examine le bois dans les parties situées au-dessous de la plaie, on remarque également que tout l'amidon disparaît pendant l'été et ne se reforme plus en automne, puisque la voie par laquelle il descend des feuilles est coupée.

Or, ce sont là des conditions anormales. Dans l'un et dans l'autre cas le cambium n'est pas nourri d'une manière normale; l'arbre étant ébranché, la masse de feuilles nouvelles ne suffit pas pour l'alimenter; l'écorce étant interrompue, les matières élaborées ne peuvent pas descendre au-dessous de la plaie. Les résultats sont tout autres quand on étudie le phénomène sur un arbre pris à l'état normal. L'amidon des tissus vivants du bois ne se dissout pas en été, sauf dans les deux anneaux les plus récents. Il est clair qu'il suffit d'une très petite quantité de cet hydrate de carbone pour amener les jeunes feuilles jusqu'à cet état où elles commencent à assimiler pour leur compte. Il semble en outre que le cambium n'exerce son action dissolvante qu'à une faible distance toutes les fois qu'il est nourri normalement, tandis qu'il puise jusque dans la profondeur du bois lorsqu'il est affamé.

Ces circonstances indiquent suffisamment que la réserve d'amidon accumulé

1. *Ueber die Bedeutung der Reservestoffe für den Baum*, *Bot. Zeit.*, 1888, n° 52.

dans le bois doit servir à un autre travail; l'auteur a fait la remarque qu'il se dissout entièrement pendant les années de fructification. L'arbre entasse donc des réserves souvent pendant des années, jusqu'à ce qu'il fructifie; s'il faut établir un lien causal entre la réserve et la fructification, il semble tout simple de voir dans la réserve suffisante la cause de la floraison et de la fructification. Le hêtre reste en moyenne huit ans sans fructifier; d'autres arbres ne sautent qu'une année, d'autres enfin fructifient tous les ans, surtout quand les grains n'enlèvent à l'arbre qu'une quantité de matières qui ne dépasse pas l'excès de la production annuelle.

Les hêtres ayant abondamment fructifié en 1888, l'auteur profite de cette circonstance pour vérifier les vues que nous venons d'exposer brièvement. Deux hêtres de 150 ans entre autres ont été abattus : on a constaté que la production du bois en 1887 avait été de 0^{m3},02933, tandis qu'elle était tombée à 0^{m3},00655 en 1888. Pour le second arbre les chiffres ont été respectivement 0,04033 contre 0^{m3},02898. Cependant cette diminution considérable de la production du bois ne peut être qu'en partie mise sur le compte de la fructification, d'abord parce que l'année 1888 a été défavorable, ensuite parce que la floraison s'accompagne d'un développement quelque peu restreint du feuillage. L'examen microscopique a montré que la moitié ou les deux tiers de la réserve d'amidon avaient disparu, sauf dans les parties supérieures de la couronne qui renfermaient la quantité normale d'amidon, sans doute parce que les feuilles ont continué à assimiler après la maturation des graines et à déposer dans le bois de la couronne l'excès d'amidon fabriqué.

Le desage de l'azote a fourni des résultats tout à fait surprenants. Un arbre de 150 ans, abattu au printemps 1886, un an avant l'année de floraison, contenait dans son bois des quantités d'azote variant de 0,098 à 0,392 p. 100, selon l'âge du bois et selon la hauteur à laquelle l'échantillon avait été prélevé. Après la fructification, en automne 1888, on n'en a plus trouvé que des traces (inférieures à 0,01 p. 100), ou des quantités minimes, s'élevant une seule à 0,070 p. 100. L'écorce elle-même avait près de la moitié de son azote. On voit donc que la fructification se fait aux dépens non seulement de l'amidon, mais encore de l'azote accumulés dans le tronc.

A part l'intérêt direct que présente ce travail, l'influence de la floraison sur la composition du bois et de l'écorce nous met en garde contre les erreurs qu'on commettrait, si on voulait tirer des conclusions immédiates des analyses d'azote et de cendres que les chimistes agricoles ont exécutées sans se préoccuper de l'état dans lequel les arbres se trouvaient au moment de l'abatage. VESQUE.

Sur les combinaisons sulfurées des Crucifères, par M. W. J. SMITH[1]. — Il existe dans les plantes de nombreuses combinaisons organiques du soufre qu'on n'a pu jusqu'à présent assimiler aux matières albuminoïdes, et il est surtout remarquable que les végétaux de certaines familles naturelles fabriquent des produits sulfurés particuliers; il convient de citer en première ligne la famille des crucifères.

1. *Zeitschr. f. physiolog. Chemie*, XII, 1888, p. 419-433. — *Bot. Centralbl.* XXXV, p. 293.

Bussy a découvert, en 1840, dans les graines de moutarde noire, un acide nouveau : l'acide myronique, qui s'y trouve à l'état de sel de potasse[1], et qui, d'après des recherches plus récentes, au contact de l'eau et sous l'influence d'un ferment, la myrosine, se dédouble en glucose, essence de moutarde et bisulfate de potasse.

$C^{10}H^{18}KAzO^{10}S^2$	=	$C^6H^{12}O^6$	+	SO^4KH	+	$CSAzC^3H^5$
Myronate de potassium.		Glucose.		Bisulfate de potasse.		Sulfocyanate d'allyle ou essence de moutarde.

L'auteur a trouvé l'acide myronique dans les graines de moutarde noire et blanche, de radis, de cresson alénois, de giroflée, d'*Iberis amara*, de *Lunaria*, d'*Alyssum Benthami*, de *Matthiola bicornis*, de chou, de navet, de colza, d'*Hesperis*, d'*Erysimum*, de cresson, de cochléaire, de pastel et d'*Arabis alpina*.

Pour le doser, il faut d'abord doser l'acide sulfurique préexistant dans les graines avant le dédoublement du myronate, et pour cela il faut entraver l'action des ferments contenus dans les graines en les traitant par l'acide chlorhydrique à 0,3 p. 100. Seul le pastel en renferme en quantité notable et cela, non dans l'embryon, mais dans les téguments.

Il était intéressant de connaître le rapport entre les quantités de soufre qui appartiennent au myronate et aux matières albuminoïdes. L'auteur l'a recherché dans les graines de moutarde noire, en dosant le soufre qui se trouve dans la matière pulvérisée et traitée par l'eau, à l'état d'acide sulfurique, puis le soufre total. Un peu plus du tiers du soufre total appartient aux albuminoïdes, le reste à l'acide myronique.

Le ferment ou les ferments contenus dans les graines agissent inégalement vite, suivant les espèces. Le dédoublement s'achève au bout de un à deux jours, lorsqu'on abandonne de graines de moutarde ou de cresson alénois pulvérisées dans de l'eau, tandis qu'il commence à peine dans les graines de chou.

On sait depuis longtemps que l'acide myronique se décompose pendant la germination. M. Smith a fait germer des graines de radis sur du papier buvard et il a dosé à des intervalles réguliers l'acide sulfurique préexistant et combiné. Il a vu que la moitié de l'acide sulfurique s'est séparé déjà en deux à trois jours et que le dédoublement est complet en onze ou douze jours. Mais aussitôt que tout l'acide myronique est décomposé, ce glycoside sulfuré se forme de nouveau. Les feuilles prises sur les plantes âgées de trois à quatre semaines renferment 0,035 de soufre à l'état de sulfate p. 100 de matière fraîche et 0,0209 p. 100 de soufre à l'état d'acide myronique.

1. Voyez pour la bibliographie, le *Dictionnaire de Würtz*, II, p. 485.

Le Gérant : G. Masson.

Motteroz. — Imprimeries réunies, B, rue Mignon, 2.

SUR LA

VALEUR MARCHANDE DES BLES A ÉPIS CARRES

PAR

M. DIDIER

Cultivateur à la Neuville-aux-Larris (Marne)

Il n'est plus douteux que le problème de la production du blé en France, dans les conditions économiques actuelles, soit presque complètement résolu. Nous sommes, dès maintenant, en possession d'une méthode culturale, caractérisée surtout par le choix de variétés de semences à aptitudes spéciales, applicable au moins dans ses grandes lignes à toutes les bonnes terres du nord de la France ou leurs homologues, et faisant entrevoir par une augmentation considérable de rendement en quantité un mode de fin possible à la crise agricole. Cette proposition qui ne manquera pas de soulever, comme de coutume, bon nombre de protestations, se déduit nécessairement des récents travaux sur la question de nos agronomes et de quelques praticiens, hommes d'initiative et de progrès. Mais la propagation, si rapide dans le présent et, surtout, dans un avenir prochain, de cette nouvelle méthode de culture conduit à envisager une autre donnée économique du problème : la qualité des produits ainsi obtenus.

Actuellement, il est admis dans le commerce que les blés à grand rendement sont, au point de vue de la meunerie, de mauvais blés et parmi eux, tout particulièrement, ceux des variétés à épis carrés, plus communément connus sous le nom sholey ou shireff, c'est-à-dire ceux qui, dans de bonnes conditions d'origine et de pratiques culturales, ont généralement donné les plus fortes récoltes. Les meuniers qui ont, à tort ou à raison, accrédité cette croyance, n'ont cherché que leur propre avantage, et l'on ne saurait leur en faire un crime. Mais cette allégation, je le crois, n'a jamais été appuyée sur des faits précis, et c'est à nous, producteurs, les intéressés, à la discuter; théoriquement, c'est une question un peu secondaire, parce que la plus-value due à la quantité peut et doit de beaucoup excéder la moins-value due à la qualité. En effet, la défaveur supportée par les shireffs s'est traduite jusqu'ici à ma con-

naissance par une baisse de 25 à 50 centimes et exceptionnellement un franc au quintal de blé, soit au maximum 5 p. 100 de la valeur.

Les rendements avec les mêmes blés ont atteint et dépassé 50 quintaux à l'hectare dans les admirables cultures de MM. Porion Dehérain ou chez M. Desprez et quelques autres; mais ces résultats qui ne sont pas contestables, sont des maxima et par conséquent des exceptions[1].

En moyenne, dans la bonne terre, on atteindra vraisemblablement 35 quintaux. C'est une prévision de rendement qui ne peut pas être taxée d'exagérée, parce que ce chiffre a été constaté en pratique par la réalisation même de la récolte chez tel ou tel simple cultivateur. Personnellement, dans un pays où la moyenne quinquennale varie entre 15 et 17 quintaux, où celle de 1887 est de 18 à 20, j'ai récolté cette année, en shireff, 32 quintaux à l'hectare sur des terres fortement négligées par mon prédécesseur. Si par conséquent on peut compter 35 quintaux dans les bonnes terres où la moyenne est de 20 et quelques, ce sera une augmentation de récolte de 50 p. 100. En réalisant il en faudra déduire la dépréciation de 5 p. 100 de la valeur sur la récolte totale soit 7 1/2. L'excédent 42 1/2 p. 100 est certainement très suffisant pour couvrir les avances d'engrais complétaires et laisser un large bénéfice. Pourtant, la moins-value n'est certainement pas négligeable.

En pratique, la proportion de shireff entrée depuis quatre ans dans la consommation est très faible, les livraisons proviennent pour la plupart, de champs d'expérience sur lesquels on cherchait les règles de la culture des blés à grand rendement, bien plutôt qu'un résultat financier immédiat. Aussi cette dépréciation a-t-elle, jusqu'ici, passé inaperçue. Cependant, cette considération n'est peut-être pas étrangère à l'abandon si rapide de ces variétés par les agriculteurs des environs de Meaux; je veux parler de ceux-là mêmes qui ont été presque les premiers et les principaux importateurs des shireffs allemands, de ceux-là qui avaient si vigoureuse- attiré l'attention sur la question du blé, il y a quatre ans, en publiant la relation de leur « Voyage agricole en Allemagne et en Hongrie ». Quoi qu'il en soit dans l'avenir, à mesure que la méthode culturale, comme on doit le souhaiter, se généralisera davantage, cet inconvénient, s'il est réel, prendra une importance proportionnelle. Par

1. Voyez *Ann. agron.*, ce volume, p. 122.

contre, il ne faut pas se dissimuler que cette dépréciation constitue contre la méthode même un des arguments les plus en faveur dans le camp des sceptiques.

De telle sorte que notre marchandise se trouve à la fois décriée par ceux qui nous l'achètent aujourd'hui, et par ceux-là mêmes qui la produiront demain. Est-elle donc réellement inférieure? Si oui de combien l'est-elle? C'est en réponse à ces deux questions que j'ai entrepris, sur la valeur comparative des blés au point de vue de la meunerie, des recherches que mes loisirs et mes connaissances personnelles, l'ampleur et la complexité du sujet ne me permettront pas de compléter. Mais j'espère, en attirant de ce côté l'attention des gens plus compétents, hâter la solution de ce problème qui ne paraît accessoire qu'au premier abord; et ceux qui voudront bien y travailler se convaincront, je le crois, que d'une étude approfondie de la question découleraient nécessairement des conséquences économiques considérables et des modifications profondes dans les usages du commerce des blés et des farines : la vente de ces denrées au titre en amidon et en gluten.

Voici comment, homme de métier, je fus amené à la présente incursion dans le domaine des agronomes.

A l'automne de 1886 j'avais ensemencé, sur le bord d'une route très passagère, une pièce de six hectares en six variétés de blés étrangers, anglais et allemands, et une variété d'un blé de pays que je sélectionne depuis plusieurs années. Mes blés « malins » comme les appelaient ironiquement mes voisins souffrirent beaucoup l'hiver. Néanmoins, grâce à une fumure énergique appliquée en couverture au mois d'avril et grâce aux conditions climatologiques favorables de l'année 1887, je fis une récolte exceptionnellement belle pour le pays. Mes blés étant réhabilités dans l'esprit de mes confrères, je cherchai à en vendre le plus possible comme blé de semence ce qui me permettait de réaliser une partie de ma récolte à 6 ou 7 francs au-dessus du cours. Un concours cantonal organisé par le Comice de Reims à Châtillon-sur-Marne, dans les premiers jours de septembre, était l'occasion d'une réclame honnête et lucrative par l'exhibition de mes produits et par les primes qui étaient offertes aux concurrents. J'exposai; mais, comme je voulais pouvoir garantir les noms des variétés que j'offrais, j'avais préalablement envoyé au laboratoire des essais de semences de l'Institut agronomique à Paris, des échantillons d'épis et de grains de ma

récolte. N'ayant pas reçu la réponse à temps, j'étiquetai mes sacs avec des numéros d'ordre de 1 à 7 et j'en donnai la raison.

Quant le jury vint à moi, je signalai tout particulièrement au président, un meunier et cultivateur, M. Philippot de Vrilly, mes numéros 3 et 5, des blés d'une blancheur remarquable; c'étaient du Huntert et du Rough Chaff. « En effet, me dit-il, autrefois, on recherchait ces sortes-là pour blanchir les farines de meules, mais elles sont trop pauvres en gluten et maintenant qu'on fait toujours blanc avec les cylindres, je préférerais de beaucoup vos numéros 1, 2 et 6.

Deux jours après, j'avais la réponse de M. Schribeau. Les numéros 1, 2 et 6, quoique ne m'ayant pas été vendus comme tels, étaient tous les trois, des blés à épis carrés. Cette appréciation des Shireffs, si nouvelle et contraire aux idées admises, avait été formulée dans des conditions de bonne foi et de compétence trop manifestes pour ne pas éveiller ma curiosité.

Dès que les semailles furent terminées, j'eus recours à l'obligeance d'un voisin, M. Bouchel, meunier à Pont-à-Rêne, commune de Sarcy, qui voulut bien consentir à moudre une certaine quantité de mon Shireff. Je lui livrai 10 quintaux de mon numéro 6 (c'était malheureusement à peu près tout ce qui me restait), et l'expérience commença le 5 décembre 1887, à midi. Pendant qu'on faisait tourner le moulin à vide pour dégager les divers appareils, les couloirs, les chaînes à godets etc., on procéda à la vérification du poids des sacs, puis au nettoyage du grain dans un trieur à ventilation énergique, connu généralement en meunerie sous le nom de tarare américain. Après cette première opération, le poids du grain fut trouvé de 999 kilos. Je dois rappeler que mes blés avaient été préparés pour être vendus comme semence, et qu'à cet effet je les avais successivement passés après battage au tarare ventilateur (de Mabille), au trieur à alvéoles (de Marot) et enfin au crible à la main, pour enlever les quelques impuretés de faible densité, tels que grains piqués ou ridés qui avaient pu encore échapper aux triages précédents. On convint de considérer les rendements de ces 999 kilos comme rendements 100 p. 100, les causes d'erreurs de provenances diverses aux cours de l'expérience ne nous autorisant pas à envisager les résultats comme vrais à une approximation de 0,001.

M. Bouchel a remplacé ses meules, il y a dix-huit-mois par des

cylindres du système Daverio, de Zurich. La première série d'opérations, le broyage, consiste en six passages successifs entre des cylindres de plus en plus rapprochés, chaque passage étant immédiatement suivi d'un blutage destiné à séparer la farine, puis les gruaux, d'avec la boulange. Après le sixième blutage on obtient donc :

a. Des sons, dont il ne doit rester que l'écaille ;

b. Des farines « sur blé » dont on cherche à diminuer le plus possible la production, parce que, comme elles prennent naissance dans une boulange contenant jusqu'à la fin toute l'écorce du grain elles sont toujours légèrement engagées de particules pulvérentes de cette écorce qui en diminue un peu la blancheur. Il faut, du reste, être du métier pour s'en apercevoir.

c. Des gruaux, qui sont, dans une seconde série d'opérations, convertis en farine par trois ou quatre passages entre des cylindres à cannelures différentes des précédents, chaque passage aux convertisseurs étant encore suivi d'un blutage.

Finalement, pour le commerce, toutes les farines sont mélangées ensemble et réprésentant depuis 65 jusqu'à 80, en moyenne, ici 70 à 71 p. 100 du poids du grain.

Dans notre expérience, le broyage dura de 12 heures 20 minutes à 4 heures et le passage au convertisseur de 5 heures à 8 heures, Puis le moulin fut remis en marche normale. Le lendemain, pour avoir un terme de comparaison, on mit en mouture, dans les mêmes conditions, 10 quintaux de blé Mussey que M. Bouchel avait acheté dans le pays. Le blé Mussey me paraît être un blé de Berghe et est très estimé par les meuniers de cette région. Voici, réunis dans le tableau suivant, les résultats de ces deux expériences.

	Shireff Kilos	Mussey Kilos
Farine sur blé	207	179
— 1re de gruaux	313	329
— 2e —	115	113
— 3e et fin finos	47	52
Totaux	682	673

Il est à noter, tout d'abord, que le rendement total de part et d'autre est trop faible de plusieurs unités p. 100 au point de vue industriel. Cela tient aux pertes inévitables dans les couloirs et chaînes à godets dont le développement total n'est pas inférieur à

plusieurs centaines de mètres. Le premier enseignement à tirer de cette expérience est donc que les quantités mises en mouture sont trop faibles pour donner des résultats d'une valeur absolue. Mais comme les causes d'erreurs sont identiques dans les deux cas, on concevrait difficilement que la valeur relative des chiffres obtenus soit invertie ou même notablement altérée. L'avantage reste donc bien au shireff sur un blé réputé de bonne qualité et sans exagérer la signification de cette supériorité d'un peu moins de 1 p. 100, il semble manifeste que la réputation qu'on a faite aux blés à épis carrés d'être de mauvais blé de mouture, est précisément contraire à la réalité des faits.

Quant à la production excessive de farine sur blé pour le shireff, elle avait été remarquée au cours même du broyage par M. Bouchel, qui l'attribuait à la siccité imparfaite du grain. En effet, mon numéro 6 avait été rentré le dernier de toute ma récolte et avait reçu les pluies de la troisième semaine d'août.

Pour compléter les résultats précédents, six quintaux de farine de shireff furent livrés en sacs marqués à deux boulangers avec prière d'en faire une cuite à part et de prendre note du poids total, de la blancheur du pain ainsi obtenu, comparativement à leur production ordinaire. L'un deux qui exerce à la campagne a seul, jusqu'ici, communiqué ses observations. Il fait d'un quintal de farine, suivant qualité, 44 à 45 miches de 6 livres, soit 132 à 135 kilos de pain. Les écarts sont à peu près nuls pour une même livraison du meunier. Avec la farine d'essai, il a obtenu par sac 135 kilos d'un pain très blanc et il cote cette farine comme de première qualité.

De tout ceci il ne serait pas prudent de tirer des conclusions formulées d'une façon précise.

On peut seulement dès maintenant présumer le résultat de nouvelles expériences qui seraient faites sur des quantités plus considérables. Une telle monographie des blés à épis carrés conduirait naturellement à des recherches analogues sur des blés de toutes provenances.

Quand on aurait rassemblé des documents suffisamment nombreux, on en pourrait vraisemblablement tirer une méthode d'estimation des blés qui, d'après un petit nombre de caractères extérieurs ou d'analyses rapides, permettrait d'évaluer pour le meunier, le rendement du grain en farine, pour le boulanger celui de la

farine en pain. L'agriculteur serait alors amené à cultiver et améliorer, parmi les variétés qui sont capables de donner de hauts rendements en quantité, celles dont le grain de qualité supérieure au point de vue industriel acquerrait une valeur marchande plus considérable. Le sujet comme on le voit est vaste ; et, sans renoncer à des recherches ultérieures, j'espère contribuer d'une manière plus efficace à la solution de ces questions en sollicitant, dès maintenant, le concours d'expérimentateurs plus compétents et plus familiarisés que je ne le suis moi-même avec des procédés d'investigations scientifiques.

L'ACIDE PHOSPHORIQUE

ET L'AGRICULTURE ALGÉRIENNE

PAR

A. LADUREAU
Directeur du Laboratoire central agricole de Paris.

Il y a quelques années, j'ai été consulté par un colon algérien sur les causes de l'infériorité de ses rendements en céréales. Croyant opérer sur une terre vierge, neuve, puisqu'il avait été obligé de la défricher avant de la mettre en culture, ce colon s'imaginait pouvoir cultiver sans engrais pendant bien des années, comme les pionniers de l'Amérique. Il pensait que cette terre n'avait jamais produit que de l'herbe et qu'elle devait renfermer en abondance tous les éléments nécessaires à la constitution d'un bon sol arable.

Les analyses que je fis à cette époque, sur les échantillons de terres qu'il m'adressa, me permirent de le détromper et de lui démontrer que la pauvreté extraordinaire de son domaine en acide phosphorique était certainement la cause de ses insuccès culturaux.

Depuis lors, ce colon, suivant mes conseils, employa chaque année une quantité élevée de phosphates et superphosphates, et il voit aujourd'hui ses récoltes de céréales augmenter chaque année et ses vignes s'annoncer sous les auspices les plus favorables.

Que de cultivateurs algériens sont dans le cas de celui que nous citons ! On peut dire sans crainte de se tromper que tous ou presque tous courent rapidement et sûrement à la ruine s'ils ne se hâtent

de changer leur manière de faire et de cultiver désormais selon les principes et les lois de l'agriculture moderne.

Je dis que tous ou presque tous cultivent mal, et ce n'est pas là une parole en l'air : je suis allé quatre fois en Algérie depuis dix ans, et j'ai constaté par moi-même que les colons qui emploient des engrais constituaient la très rare exception.

Les neuf dixièmes d'entre eux se contentent de sourire d'un air d'incrédulité quand on leur parle de restituer au sol les éléments fertilisants qui lui manquent ou qu'on lui enlève chaque année. Cela n'a rien d'étonnant si l'on réfléchit que la presque totalité des colons algériens est précisement constituée par ces viticulteurs du Midi qui ont laissé leur sol s'épuiser peu à peu, soit par ignorance des lois générales de l'agriculture, soit par insouciance, et dont le phylloxéra a détruit les vignobles en quelques années.

Ne pouvant plus cultiver chez eux, ils ont passé la Méditerrannée et sont allés en Algérie porter leur industrie, mais aussi leurs mauvaises pratiques agricoles : c'est pour ceux-là que nous écrivons ces lignes espérant qu'ils réfléchiront aux conséquences de leur inertie et qu'ils ne voudront pas, pour éviter chaque année une bien faible dépense, s'exposer à une ruine prochaine et certaine, dès que le premier parasite venu, phylloxéra ou autre, se sera abattu sur les vignobles qu'ils viennent de créer avec tant de peine et d'énergie.

Il est nécessaire que tous ceux qui colonisent en ce moment ou doivent coloniser l'Algérie, et j'ajouterai même la Tunisie[1], abandonnent l'idée qu'ils ont affaire à un sol vierge, riche par conséquent en éléments utiles aux plantes, que les cultures tout à fait primitives et superficielles des Arabes n'ont appauvri que la partie de ce sol et que, par les procédés plus perfectionnés de la culture moderne, en ramenant à la surface des couches souterraines que les civilisations antérieures n'ont pas encore atteintes, ils pourront s'abstenir durant de longues années encore, d'employer des engrais et amendements. Il faut qu'ils sachent au contraire que les sols de l'Algérie et de la Tunisie ont été fatigués, épuisés par tous les peuples qui se sont succédés dans ces admirables régions et qui en ont immobilisé ou emporté au dehors presque tous les éléments de

1. Dans une étude qu'il a publiée en 1885 dans les *Annales agronomiques* (t. XI, p. 82), M. Quentin a signalé la pauvreté extrême des sols de la Tunisie en acide phosphorique. Dix analyses ont donné une moyenne de 0gr384 de ce corps par kil. de terre. Les richesses oscillent entre 0gr065 et 1gr530.

fertilité. Parmi ces éléments il en est un qui est tout aussi indisdispensable à la vie des plantes que l'air et la lumière, c'est l'acide p osphorique, que nous retrouvons dans tous les végétaux et dans tout le règne animal sans aucune exception. Or, l'acide phosphorique existe dans le sol sous forme de combinaisons ; on le trouve associé à la chaux, au fer et à l'alumine, constituant ce qu'on appelle les phosphates minéraux. Ces phosphates sont peu à peu enlevés au sol par les récoltes qu'on en retire, et comme ils ne sont pas volatils et ne peuvent être restitués même en très faible partie par l'air ou par les eaux du ciel, il est absolument certain qu'un sol que l'on cultive constamment et auquel on ne restitue pas sous forme de fumiers ou d'autres engrais les quantités de phosphates que les cultures lui ont enlevées, s'appauvrit chaque année davantage et finit par ne plus pouvoir nourrir ses habitants.

C'est cette vérité de M. de la Palisse, dont les Algériens ne paraissent nullement se douter, que je voudrais faire pénétrer dans leur esprit.

Tous les peuples qui ont habité l'Algérie et la Tunisie depuis la création du monde, les ont cultivées pour en tirer leur nourriture sous forme de céréales, qui sont les plantes les plus épuisantes en acide phosphorique. Qu'est devenu tout ce phosphate ainsi arraché aux entrailles de la terre? Il est en partie immobilisé sous forme d'ossements dans certains points particuliers appelés cimetières, et la piété des vivants, le culte respectueux qu'ils rendent aux morts les empêche de restituer ces réserves à la circulation générale. On ne recourra à ce moyen que lorsque tous les gisements de phosphates connus seront absolument épuisés.

C'est ce que j'appelle l'immobilisation des éléments phosphatés du sol.

D'autre part, les pays en question ont subi, par l'exportation de leurs grains au temps de la domination romaine, une perte de phosphates qu'ils est presque impossible d'évaluer, même approximativement. Cette cause de déperdition continue de nos jours par suite de la vente à la France et à d'autres pays des quantités disponibles de céréales que produisent nos colons, et qui dépassent les besoins de leur alimentation.

Les historiens latins nous entretiennent souvent dans leurs récits de l'emploi considérable que faisait la République romaine des céréales d'origine étrangère, et surtout des blés d'Afrique. Tite-Live

nous apprend que, dès l'an 262 de Rome, ses habitants faisaient venir des grains du pays des Volsques, de l'Etrurie, de la Campanie et de la Sicile. On imposa ensuite à ces provinces conquises un impôt en blé suffisant à la consommation annuelle de la capitale. Cette contribution en grains était ordinairement le dixième du produit, comme chez les Athéniens. Elle fut ensuite imposée à la Sardaigne, à l'Espagne et aux provinces d'Asie et d'Afrique.

Aussi toutes ces régions étaient-elles dénommées, d'après Strabon, les greniers de Rome. D'après Aurélien Victor, l'importation annuelle s'élevait au temps d'Auguste à 60 millions de modii de blé. Le modius valant 8 lit. 671, on voit que c'est l'énorme quantité de 5,202.600 hectolitres de blé que les Romains enlevaient chaque année aux peuples voisins pour les besoins de leur consommation, et les provinces d'Afrique intervenaient pour une fort grosse part dans cette énorme importation.

Tacite dit que, sous les règnes de Tibère et de Claude, elle augmenta encore. L'approvisionnement de Rome était donc le grand soin des empereurs.

Suétone raconte, à ce sujet, les émotions que ressentait la plèbe de la capitale quand la flotte d'Afrique, qui portait son pain, menaçait de ne pas arriver en temps opportun au port d'Ostie. Au moindre retard, et même à la moindre appréhension de retard dans la distribution mensuelle du blé, cette plèbe, d'ordinaire si docile, s'ameutait devant le palais impérial, ou, en l'absence du prince, allait piller la maison du préfet de Rome et saccager ses meubles. L'an 715 de Rome, Sextus Pompée devient maître de la mer, grâce à sa flotte; il intercepta les convois de grains d'Afrique et le peuple romain affamé contraignit Octave à faire la paix.

Si les Romains étaient obligés d'aller chercher au loin, à grands frais, le blé dont ils avaient besoin, cela ne prouve-t-il pas nettement que, grâce à la culture épuisante, la culture vampire à laquelle les populations de l'Italie s'étaient livrées durant des siècles, le sol avait cessé de porter des récoltes suffisantes, sa fertilité avait été enlevée peu à peu, drainée, si l'on peut se servir de cette expression, au profit de quelques grandes villes et surtout de Rome, pour aller se perdre de là dans les eaux de la mer avec les égouts de la capitale.

Dans ses admirables écrits sur l'agriculture, l'illustre Liebig attribue aussi la décadence de l'agriculture romaine à ce que le

cultivateur, demandant sans relâche des récoltes à ses terres, sans restituer à celles-ci, dans des proportions justement équivalentes, les principes organiques et salins indispensables à la vie des plantes, notions qu'il ne pouvait avoir à une époque où les lois les plus élémentaires de la végétation étaient encore inconnues, amena fatalement, et sans qu'il en eut conscience, l'appauvrissement successif et finalement l'épuisement du sol.

La décroissance de la population suivit naturellement la diminution de la production agricole. Ce double fait apparaît d'une manière bien évidente à partir de la dernière guerre Punique. Avant Jules César déjà, comme nous l'apprend Mommsen, les habitants de Rome vivaient dans une crainte continuelle d'un renchérissement des denrées, et se trouvaient parfois en pleine famine, ce qui prouve que l'agriculture italienne ne pouvait plus qu'exceptionnellement suffire aux besoins de la ville et de l'armée (Mommsen, *Hist. rom.*, t. III).

« Ni le partage forcé des biens sous Caïus Gracchus, dit Liebig, ni les efforts de Jules César et d'Auguste pour rétablir l'équilibre rompu entre les besoins de la population et la production du sol, ou entre la faim et les champs qui ne pouvaient plus la satisfaire, n'eurent de résultat sensible. La nécessité ne laissa aux gouvernants d'autre parti à prendre que de suppléer au manque de blé par la spoliation des pays conquis.

« La distribution aux citoyens pauvres du blé fourni par les magasins de l'Etat avait déjà commencé sous Scipion (196 av. J.-C.). Sous Caïus Gracchus, chaque citoyen qui en faisait la demande devait recevoir annuellement 5 modii, soit 415 kil. de blé. Sous Jules César, le nombre de citoyens participant à ces distributions était de 350,000, et sous Auguste et les empereurs suivants d'environ 200,000. — Le grain distribué par l'Etat de cette manière, s'élevait, annuellement de 75 à 125 millions de kilos. Cela ne constituait évidemment qu'une fraction des besoins de la population du Latium et de l'armée, car les capitalistes romains faisaient en outre un commerce de grains très considérable et très lucratif. La plus grande partie du blé provenait de la province d'Asie et des côtes d'Afrique, de la Sicile et de la Sardaigne. Rome recevait ses provisions de l'Egypte pendant quatre mois, et du reste de l'Afrique durant huit mois.

« La Sicile lui envoyait la dixième partie du blé qu'elle produi-

sait et la Sardaigne faisait de même. — La province d'Afrique avait déjà, sous Gracchus, été déclarée domaine de l'Etat, et l'on peut facilement se faire une idée de l'influence qu'une spoliation continuée pendant des siècles dut exercer sur la fertilité des sols de ces contrées. Aussi, pour assurer l'approvisionnement de Rome, dut-on finir par abandonner peu à peu la population libre, et donner une grande extension à la culture du blé, au moyen du travail des esclaves. Sous les successeurs d'Auguste, non seulement la population de Rome, mais la moitié de l'Italie vivait aux dépens de l'étranger. Le bien-être et le pain quotidien du peuple dépendaient de la volonté et du caprice de ceux qui exerçaient le pouvoir, et dont l'existence était en danger chaque fois qu'un dérangement survenait dans la marche de cette immense machine gouvernementale, qui, pour se maintenir, absorbait les forces vives du restant du monde. Cette dépendance de l'Etat abolit à la longue, chez le peuple romain, ce sentiment de force et de liberté qu'engendre le travail, pour le remplacer par l'égoïsme, la faiblesse, la bassesse, la servilité et la plus grande immoralité.

« A partir de Dioclétien, 300 ans après Auguste, le paysan libre disparaît; il est remplacé par des colons, c'est-à-dire par des serfs qui appartenaient aux domaines. Telle fut la fin d'un phénomène qui mit mille ans à s'accomplir. Les siècles suivants montrent l'agonie du colosse et sa pourriture intérieure, et de même que les vers et les larves prospèrent dans les corps en putréfaction, de même on vit la soldatesque pulluler, dérober à l'Empire le peu de force et de sève qui lui restait, et achever la dissolution de ses membres.

« De même que le rat quitte le navire qui coule, Constantin abandonna un pays dévasté pour commencer, dans une autre partie du monde, la même œuvre de destruction. »

En insistant, ainsi que je viens de le faire, sur l'importance des exportations des céréales d'Afrique en Italie durant les siècles qui suivirent la ruine de Carthage, j'ai voulu bien établir la défertilisation du sol africain qui en a été la conséquence.

Si l'on réfléchit que la médiocre récolte de 15 hectolitres de blé à l'hectare enlève, tant en paille qu'en grains, environ 15 kilogrammes d'acide phosphorique au sol, on reconnaîtra que les terres d'Algérie et de Tunisie soumises durant plusieurs siècles à la culture épuisante des Romains, ne recevant rien en compensation des pertes annuelles

qu'elles éprouvaient en acide phosphorique, ont dû s'appauvrir de 1,500 kilogrammes par siècle de cet élément.

On conçoit que le colon qui les remet aujourd'hui en culture ne puisse les trouver qu'épuisées, du moins à la surface; car les Romains, pas plus que les Carthaginois, les Numides, les Visigoths, les Arabes et autres peuples qui habitèrent successivement ce pays, ne pratiquaient les labours profonds dont il n'avaient pas encore reconnu l'utilité.

Désirant voir si la différence entre la partie supérieure du sol épuisée par les causes dont je viens de parler et les couches plus profondes du sous-sol était grande, au point de vue de leur richesse relative en phosphate, j'ai fait prendre dans certains points des échantillons doubles du sol et du sous-sol. On verra plus loin, dans le tableau de nos analyses, que mes prévisions se sont trouvées fondées et que le sous-sol s'est montré généralement un peu plus riche que la partie superficielle, ce qui n'a lieu de surprendre personne. Cependant, hâtons-nous de dire, de peur que nos lecteurs d'Algérie ne tirent de ce fait cette conclusion que, pour avoir une terre de bonne fertilité moyenne, il leur suffit de ramener à la surface, par des labours de défoncement, les couches inférieures non encore épuisées, hâtons-nous donc de dire que les différences de composition entre les deux couches supérieure et inférieure ne sont pas très grandes.

Cela s'explique, car lorsque la plante ne trouve pas dans la portion supérieure de la terre où se développent ses premières racines les éléments nécessaires à sa subsistance, elle envoie d'autres racines plus profondément pour les chercher dans le sous-sol. C'est ce qui est arrivé aux céréales en Afrique et ce qui explique les faibles différences de richesse en phosphates dans les différents points de la partie arable de la terre. Après avoir ainsi exposé l'état de la question, arrivons maintenant aux faits constatés par nous.

Diverses analyses de sols algériens m'avaient ouvert les yeux sur leur faible teneur en phosphate, ainsi que je l'ai dit en commençant. De plus, au cours de mes divers voyages en Algérie et en Tunisie, il m'a été donné de reconnaître que les rendements en céréales de ces deux pays étaient fort précaires, et de plus que, loin d'augmenter sous les efforts et avec les cultures plus avancées suivies chaque année par nos colons, ces rendements tendaient plutôt à diminuer encore.

Je crus donc que ce serait rendre un grand service à la colonisation, et en même temps en assurer l'avenir, que d'entreprendre l'analyse de tous les sols de ce beau pays.

Je reçus ainsi à mon laboratoire de Paris une centaine d'échantillons de terres dont j'entrepris immédiatement l'analyse par les méthodes classiques officielles : dissolution des terres préalablement séchés dans l'eau régale, séparation et précipitation de l'acide phosphorique dans les liqueurs acides au moyen du nitromolybdate d'ammoniaque, redissolution et précipitation nouvelle à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien, enfin dosage à l'état de pyrophosphate de magnésie.

Tous ces travaux nous occupèrent durant près de quatre mois. Afin de nous mettre à l'abri des erreurs, nous avons analysé chaque terre en double, et avons pris partout la moyenne de nos résultats, qui ont du reste coïncidé généralement à 1 ou 2 milligrammes près.

On trouvera dans les tableaux ci-après les quantités d'acide phosphorique trouvées rapportées 1° à un kilogramme de terre sèche, 2° à l'hectare. Pour calculer ces derniers, nous avons admis la profondeur de 0m30 comme étant celle de la couche arable moyenne et le poids de 1 kilog.500 comme celui du litre de terre.

On admet généralement avec MM. Schlœsing, Dehérain et autres agronomes, qu'une terre en état de bonne fertilité moyenne doit renfermer 1gr50 d'acide phosphorique par kilogramme, ce qui correspond à 6,750 kilogrammes de cet élément par hectare[1].

Nous croyons donc que, dans tous les terrains où l'on ne trouve pas cette proportion, il est nécessaire d'ajouter de l'acide phosphorique, soit sous forme de phosphates fossiles pulvérisés finement, soit sous celle de phosphates d'industrie, tels que les poudres d'os, les scories de déphosphoration des aciéries et enfin les superphosphates.

Dans les cas d'extrême pauvreté du sol, comme ceux que nous avons généralement constatés en Algérie, on fera bien d'employer à haute dose, à titre de restitution, les phosphates fossiles en poudre, et comme élément de fertilisation rapidement assimilable les super-

1. M. Dehérain a prouvé il y a quelques années (*Ann. agron.*, t. V, p. 161 et t. VI, p. 509) que l'addition de phosphates était inutile dans un sol comme celui de Grignon renfermant plus de 1gr50 d'acide phosphorique par kil. de terre sèche. Je partage absolument sa manière de voir.

phosphates, au moins pour les cultures de céréales; car pour les vignobles, on pourra se contenter d'employer des phosphates minéraux.

Afin de faciliter aux colons de l'Algérie qui liront ce travail, l'application de ses conséquences, j'ai cru bien faire en leur indiquant à côté de chaque dosage la quantité de phosphate minéral qu'il est utile d'employer dans le sol correspondant. Je me suis placé dans l'hypothèse d'un phosphate fossile renfermant de 40 à 50 p. 100 de phosphate tribasique de chaux, comme c'est le cas des produits naturels que l'on exploite en ce moment aux environs de Souk-Ahras (province de Constantine) et dont la découverte est due aux patientes recherches d'un colon intelligent et infatigable, M. Wetterlé. Mais s'ils voulaient employer d'autres produits plus ou moins riches en phosphate de chaux, il leur serait facile connaissant notre base, de calculer les quantités à employer.

Les phosphates minéraux, poudres d'os, scories, devront être employés à l'automne ou en été, après les récoltes, au moment où on donne le labour de déchaumage destiné à purger le sol des mauvaises herbes qui ont pu l'envahir et à détruire les insectes qui ont pris naissance dans les céréales.

On répandra ces phosphates aussi également que possible sur toute la surface du champ. A l'automne, le labour plus profond qui précède les semailles, enfouira ces engrais et les répartira dans toute la couche arable.

Quant aux superphosphates, on se trouvera certainement très bien de leur emploi pour la culture des céréales dans presque tous les sols de l'Algérie et dans ceux de la Tunisie. Ces derniers devront être employés à la dose de 500 à 700 kilogrammes par hectare au printemps, c'est-à-dire vers le mois de février.

Un certain nombre d'échantillons de terres nous sont arrivés avec un simple numéro d'ordre; je le regrette, car il eût été intéressant pour beaucoup de nos lecteurs d'en avoir la provenance exacte. Malgré mes instances, je n'ai pu obtenir de M. Tirman ces renseignements. Pour tous les autres, nous avons donné les indications de provenance que portaient les sacs qui les contenaient.

Voici les tableaux où se trouvent réunis nos résultats (Voy. tableau I).

TABLEAU I. — TERRES DU DÉPARTEMENT D'ALGER.

NUMÉROS D'ORDRE.	PROVENANCES.	ACIDE PHOSPHORIQUE. Par kil. de terre.	ACIDE PHOSPHORIQUE. Par hectare.	QUANTITÉ de phosphate à employer par hectare.
	PROVINCE D'ALGER.	Gr.	Kil.	Kil.
1..	Sac numéroté 1	0.46	2070	2000
2..	Sac numéroté 2	0.38	1710	2000
3..	Sac numéroté 3	0.51	2295	2000
4..	Sac numéroté 4	0.34	1536	2500
5..	Sac numéroté 5	1.41	6345	500
6..	Sac numéroté 6	0.56	2520	2000
7..	Sac numéroté 7	0.41	1845	2000
8..	Sac numéroté 8	0.35	1575	2500
9..	Sac numéroté 9	0.79	3555	1500
10..	Sac numéroté 10	0.30	1350	3000
11..	Sac numéroté 11	0.72	3240	1500
12..	Sac numéroté 12	0.39	1755	2500
13 .	El Affroun : rivière, vigne du télégraphe.	0.46	2070	2000
14..	Blidah : près la gare, propriété Mouland.	0.44	1980	2000
15..	Affreville : propriété Dumain	0.36	1620	2500
16..	Orléansville : ferme Saint-Pierre	1.02	4590	500
17..	Duperré : vigne de P.-L.-M	0.64	2880	1500
18..	Bouïra : propriété Emile Beker	0.38	1710	2500
19.	Maillot : propriété contre la cour de la gare	0.70	3150	1500
20..	Babem Saleh	1.15	5175	500
21..	Azebd	0.90	4050	1000
22..	Moul Guimal (sol)	0.82	3690	1000
23..	Moul (sous-sol)	0.97	4365	1000
24..	Melloul parcours (sol)	1.16	5220	500
25..	Melloul parcours (sous-sol)	0.95	4275	1000
26..	Melloul labouré (sol)	1.28	5760	300
27..	Melloul labouré (sous-sol)	1.97	8865	0
28..	Ouled Sellem : ferme Caïd (sol)	1.25	5625	300
29..	Ouled Sellem : ferme Caïd (sous-sol).	1.37	6165	300
30..	Ouled Sellem : ferme de Bosne (sol).	1.02	4590	500
31..	Ouled Sellem : ferme de Bosne (sous-sol).	0.87	3915	1000
32..	Aïn Beïda : ferme Rouvier	0.69	3105	1500
33..	Meskioud-Kil 151	0.77	3465	1500
34..	Tebessa-Merdja	0.82	3690	1500
35..	Tebessa-Hippodrome	0.75	3375	1500
36..	Rouffach	1.03	4635	500
37..	Gouraya : propriété Potin, plaine	0.26	1170	3000
38..	Gouraya : propriété Potin, partie supérieure	0.59	2655	2000
39..	Gouraya : Oued Sebdt	0.42	1890	2500
40..	Berrouaghia : propriété Sost n° 1	0.16	720	3000
41..	Berrouaghia : propriété Sost n° 2	0.59	2635	2000
42..	Berrouaghia : propriété Sost n° 3	0.73	3285	1500
43..	Lodi : terre de Drasma, propriété Couchez	0.32	1440	3000
44..	Lodi : propriété Amory	0.22	990	3000
45..	Lodi : terre du plateau rouge, propriété J. Michel	0.22	990	3000
46..	Médéah : propriété Figarol n° 1	0.41	1845	2000
47..	Médéah : propriété Figarol n° 2	0.48	2160	2000
48..	Médéah : propriété Figarol n° 3	0.16	720	3000
49..	Médéah : Beni Bou Yacoub, ferme Saint-André n° 1	0.80	3600	1500
50..	Médéah : Beni Bou Yacoub, ferme Saint-André n° 2	0.16	720	3000
51..	Hassem ben Ali : propriété Payrouse.	0.76	3420	1500
52..	Hassem ben Ali : propriété Camy (François)	0.22	990	3000

DÉPARTEMENT D'ORAN.

NUMÉROS D'ORDRE.	PROVENANCE.	ACIDE PHOSPHORIQUE. Par kil. de terre.	ACIDE PHOSPHORIQUE. Par hectare.	QUANTITÉ de phosphate à employer par hectare.
	PROVINCE D'ORAN.	Gr.	Kil.	Kil.
53	Sac numéro 1	0.29	1305	3000
54	Sac numéro 2	0.89	4005	1000
55	Sac numéro 3	0.46	2070	2000
56	Sac numéro 4	0.52	2340	2000
57	Sac numéro 5	0.28	1270	3000
58	Sac numéro 6	0.82	3690	1000
59	Sac numéro 7	0.97	4365	1000
60	Sac numéro 8	0.54	2130	2000
61	Sac numéro 9	0.64	3880	1500
62	Sac numéro 10	0.51	2295	2000
63	Sac numéro 11	1.02	4590	1000
64	Sac numéro 12	1.37	6165	300
65	Sac numéro 13	0.33	1485	2500
66	Sac numéro 14	0.69	3105	1500
67	Sac numéro 15	0.64	2880	1500
68	Sac numéro 16	0.38	1710	2500
69	Sac numéro 17	0.32	1440	2500
70	Sac numéro 18	0.38	1710	2500
71	Sac numéro 19	0.38	1710	2500
72	Sac numéro 20	0.31	1395	2500
73	Sac numéro 21	1.02	4590	500
74	Sac numéro 22	0.59	2655	2000
75	Sac numéro 23	0.23	1035	3000
76	Sac numéro 24	0.25	1125	3000
77	Sac numéro 25	0.33	1485	2500
78	Sac numéro 26	0.38	1710	2500
79	Sac numéro 27	0.64	2880	1500
80	Sac numéro 28	1.22	5490	500

DÉPARTEMENT DE CONSTANTINE.

NUMÉROS D'ORDRE.	PROVENANCE	ACIDE PHOSPHORIQUE. Par kil. de terre.	ACIDE PHOSPHORIQUE. Par hectare.	QUANTITÉ de phosphate à employer par hectare.
	PROVINCE DE CONSTANTINE.	Gr.	Kil.	Kil.
81..	Kefoum Theboul, au nord du camp, près la route d'Aïn Draham........	0.36	1620	2500
82..	Kefoum Theboul, chemin des Caroubiers.	0.41	1845	2000
83..	Route de La Calle à Bou Hadjar. Maison cantonale de Seradjos.........	0.30	1350	3000
84..	Adouïnet al Diele..................	0.38	1710	2500
85..	Bou Hadjar, au nord de la Smala des Spahis..........................	0.56	2520	2000
86..	Bou Hadjar, au sud de la Smala des Spahis..........................	0.64	2880	1500
87..	Route de Bou Hadjar à Soukahras (au col)........................	1.07	4815	500
88..	Route de Bou Hadjar à Soukahras (au sud du col)..................	0.48	2160	2000
89..	Takouch : vigne de M. Bure, n° 1....	1.00	4500	1000
90..	Takouch : vigne de M. Bure, n° 2....	1.25	5625	500
91..	Route de Soukahras à Tifeck (kil. 4).	1.25	5625	500
92..	Route de Soukahras (pont de la Medjerdah (rive droite)...............	0.89	4005	1000
93..	Route de Bone à Penthièvre (croisement de Mondovi).................	0.68	3060	1500
94..	Route de Bone à Guelma par Penthièvre (kil. 45).........................	0.95	4275	1000
95..	Bone : propriété Duportal............	0.64	2880	1500
96..	Bone : porte de l'aqueduc...........	0.54	2430	2000
97..	Duzerville : près la gare.............	0.56	2520	2000
98..	Oued Guergom : route de Bone à la Calle...........................	0.69	3105	1500
99..	Aïn Mokra : extrémité ouest des Chantiers...........................	0.55	2475	2000

On voit par les chiffres qui précèdent que c'est le département de Constantine qui a la richesse la plus élevée, 0gr 69 en moyenne, contre 0gr 66 pour celui d'Alger, et 0gr 54 pour celui d'Oran. La moyenne générale pour l'Algérie n'est que de 0gr 633.

On peut donc dire que les sols algériens ont été tellement épuisés par toutes les cultures qu'ils ont subies, qu'ils ne renferment plus qu'environ le tiers de la quantité d'acide phosphorique que contiennent les terres en bon état de fertilité.

Nous n'avons étudié jusqu'ici ces sols qu'au point de vue de leur teneur en phosphates, nous réservant de compléter peut-être un jour ces recherches par la détermination des quantités d'azote et

de potasse qu'ils renferment. Nous avons gardé pour cela le restant de nos échantillons.

La détermination des phosphates nous a paru la plus pressée et la plus intéressante, car l'azote peut être rendu chaque année au sol par l'action des ferments nitrique et ammoniacal, par les nodosités des plantes de la famille des légumineuses, par les chaumes des céréales et autres vestiges de toutes les plantes qui s'y développent, par l'action des eaux pluviales et par toutes les causes multiples plus ou moins connues d'absorption de cet élément dans l'air atmosphérique.

La potasse existe en si grande quantité dans presque tous les sols, que sa recherche présente un intérêt moins primordial. En outre, elle se rencontre aujourd'hui en telle abondance sur le marché, que les rares cultivateurs qui reconnaîtront son utilité n'auront aucune peine à se la procurer. Ces considérations démontrent l'intérêt considérable qui s'attache à la connaissance exacte de la richesse d'un sol en phosphates. On peut dire que c'est de cette richesse que dépendent en grande partie sa fertilité, et, par suite, la prospérité agricole du peuple qui vit sur ce sol.

Rappelons en terminant cette étude ce que dit l'illustre chimiste Liebig à ce sujet, à propos de la Grèce ancienne ;

« Longtemps avant la fondation de Rome, les peuples de la vieille Grèce et des côtes de l'Asie Mineure étaient entrés dans la voie de la culture et de la civilisation ; mais, avant même que Rome eût étendu son empire sur le monde alors connu, tous les symptômes de la décadence se révélaient déjà dans l'épuisement de son sol. Déjà 700 ans avant le Christ, la réduction de la fertilité se manifestait par l'émigration en masse des Grecs sur les bords de la mer Noire et de la Méditerranée, ainsi que par le dépeuplement progressif et la désolation du pays.

« Avant la bataille de Platée (479 ans av. J.-C.), Sparte put encore réunir 8,000 guerriers pour combattre les Perses. Cent ans plus tard, d'après Aristote, le même État ne comptait pas 1,000 hommes en état de porter les armes, et 150 ans après, Strabon se plaint de ce que, des 100 villes de la Laconie, y compris Sparte, il ne restait de son temps qu'une trentaine de bourgs, tout au plus. Cent ans après Strabon, Plutarque décrit l'état triste et désolé de la Grèce et du vieux monde. Mais Rome aussi devait avoir le même sort ! » (Liebig, *Les Lois naturelles de l'agriculture.*)

Que les agronomes que la Grèce a envoyés s'instruire dans nos écoles d'agriculture, depuis quelques années, fassent pour leur pays le travail que nous avons entrepris pour l'Algérie; ils y trouveront sans doute l'explication de la pauvreté actuelle de la Grèce et de la décadence de cet État naguère si florissant.

Que les savants d'Italie fassent de même; ils verront peut-être également que c'est à l'appauvrissement de leur sol en acide phosphorique qu'il faut attribuer la misère croissante des agriculteurs de ce pays et leur émigration chaque année plus élevée vers l'Amérique et les autres parties du monde.

Si en regard de ces ruines causées par l'ignorance et l'imprévoyance, nous jetons un coup d'œil vers les pays qui ont de tout temps connu les lois de la restitution et qui les ont appliquées, tels que l'immense empire chinois, à l'Extrême Orient, et le nord de la France, nous constatons au contraire une situation prospère, un état satisfaisant, une fertilité du sol qui, loin de se perdre, se conserve et s'accroît, et nous ne pouvons que tirer de cet enseignement par les faits les conclusions par lesquelles nous terminerons cette étude.

L'acide phosphorique est aussi indispensable à la vie des peuples et des animaux que l'air et la lumière. Les pays dont le sol n'en est pas suffisamment pourvu ne produisent que des races petites, abâtardies, telles qu'on en voit en Bretagne et en Algérie. Ceux-là doivent à tout prix suppléer à cette insuffisance par l'apport continuel dans leur sol des éléments phosphatés qui leur manquent.

Les peuples qui ont au contraire la bonne fortune de cultiver des sols vierges, tels que les Américains actuels, ou des sols en bon état de fertilité moyenne, doivent cependant agir en bons pères de famille, comme on dit en culture, éviter de ruiner leurs enfants en s'enrichissant eux-mêmes, et maintenir leurs terres dans le même état, en réparant sans cesse, par l'emploi des fumiers et autres engrais naturels ou artificiels, les pertes que les récoltes annuelles leur font subir. Heureusement pour l'Algérie, cette reconstitution de la fertilité de son sol pourra se faire à peu de frais, grâce aux découvertes récentes de gisements phosphatés dont j'ai parlé plus haut.

Les cultivateurs de ce pays seraient donc tout à fait impardonnables, s'ils reculaient devant une dépense de 30 à 60 francs par hectare à faire tous les cinq ans, dépense au moyen de laquelle

ils s'assurent ce résultat si désirable; ils verront bientôt, du reste, leurs rendements en céréales et en vin s'augmenter par l'emploi des phosphates, dans de telles proportions que, dans quelques années, tous seront convaincus de l'efficacité des mesures que je leur conseille d'adopter.

La montagne de phosphates de Soukahras pourrait bien ne pas suffire longtemps à leurs besoins. Mais d'ici là peut-être en aura-t-on découvert d'autres.

Ce n'est, je le répète, qu'à cette condition que l'avenir agricole de l'Algérie peut être assuré, et j'ai la certitude que, si l'on ne suit pas nos conseils, l'abaissement continu des rendements ne tardera pas à amener la ruine des colons et à faire abandonner, comme les Romains l'ont fait jadis, une terre dont les produits ne seraient plus suffisants pour payer les frais de culture.

LA
VALEUR AGRICOLE DU SULFATE D'AMMONIAQUE

PAR

R. WARINGTON

EXTRAIT DU *Gas Engineer's annual* POUR 1889.

Les sels d'ammoniaque sont les engrais azotés les plus riches que la culture puisse employer aujourd'hui; la bonne influence qu'ils exercent sur la plupart des récoltes est incontestable. Le prix courant du sulfate d'ammoniaque a cependant beaucoup baissé dans ces dernières années, par suite de sa production croissante; malgré cette baisse, malgré l'efficacité bien connue de cet engrais, les cultivateurs ne se décident pas à l'employer sur une large échelle. C'est qu'en effet la question pratique reste toujours : l'usage des sels ammoniacaux sera-t-il plus économique que celui des autres engrais?

Les expériences de Rothamsted montrent que l'usage du sulfate d'ammoniaque peut donner des résultats très rémunérateurs.

Pendant la culture continue de l'orge durant trente-six années :

	Grain Hectol.	Paille Quint.
Le rendement par hectare d'une parcelle sans engrais, a été de	15.33	12.09
— — — ayant reçu environ 50 kilogrammes d'azote à l'état de sels ammoniacaux et 4 quintaux 4 de superphosphates par hectare, a été de	39.01	30.45
La différence due aux engrais a été de	23.68	18.36

Si avantageux que soit l'usage du sulfate d'ammoniaque, on comprend parfaitement cependant que, si d'autres engrais sont plus profitables, le cultivateur néglige l'emploi de l'ammoniaque.

La lutte s'établit entre le sulfate d'ammoniaque et le nitrate de soude; nous exposerons, dans le présent mémoire, plusieurs faits ayant rapport à la valeur relative de ces deux engrais et nous indiquerons les conditions spéciales nécessaires au succès de chacun d'eux.

Le sulfate d'ammoniaque commercial contient beaucoup plus d'azote que le nitrate de soude. Le sulfate fabriqué à Londres est vendu à 25 p. 100 d'ammoniaque; 10 kilogrammes de sulfate contiennent autant d'azote que 13 kilogrammes de nitrate de soude à 96 p. 100. Si l'azote avait la même valeur dans ces deux engrais, leurs prix devraient être dans la proportion de 10 à 13; tandis que, dans ce moment, les prix de vente en gros de ces deux engrais sont dans la proportion de 10 à 11.9; c'est-à-dire que si le nitrate de soude valait 250 francs la tonne, le sulfate d'ammoniaque vaudrait au cours du marché 297 fr. 50, tandis que la composition lui assignerait une valeur de 325 francs. Pourquoi en est-il ainsi? C'est que, dans la plupart des cas, comme l'ont montré nombre d'expériences, le nitrate de soude, à égalité d'azote, est plus efficace que les sels ammoniacaux.

D'après cela, il est évident qu'avant de se décider à employer l'un ou l'autre de ces deux engrais, le cultivateur veut savoir si le prix courant relatif des sels ammoniacaux et du nitrate correspond à leur effet pratiqu erelatif.

Nous avons réuni, dans la longue suite de nos expériences à Rothamsted, beaucoup de renseignements sur l'effet qu'exercent ces deux engrais mis en comparaison. Les séries, plus courtes, d'expériences exécutées à Woburn : le froment et l'orge, donnent encore des documents à ce sujet. Les terrains de Rothamsted et de Woburn sont très différents : le sol de Rothamsted est une marne argileuse, tandis que celui de Woburn est un sable fertile.

Les résultats obtenus dans ces deux stations conviennent très bien pour la comparaison que nous voulons faire; des expériences faites sur un autre champ pendant une seule saison seront peu utiles à notre étude; car nous croyons, comme on le verra plus loin, que le caractère de chaque saison a une grande influence sur l'effet relatif des sels ammoniacaux et du nitrate de soude.

Les résultats obtenus avec l'orge à Rothamsted et à Woburn concordent très bien. A Rothamsted, le rendement de quatre séries d'expériences conduites pendant dix-huit années, montre qu'avec même quantité d'azote appliquée en nitrate de soude et en sels ammoniacaux, la production de grain par l'ammoniaque est égale à 86.8 p. 100 de celle par le nitrate. A Woburn, le rendement de trois séries d'expériences conduites pendant onze années, calculé de la même façon, est 86.6 p. 100. Par un simple calcul proportionnel, on déduit de ces résultats que la valeur pécuniaire relative du nitrate de soude et du sulfate d'ammoniaque, pour la production de grain d'orge, est comme 10 à 11,27; c'est-à-dire que quand le nitrate est à 250 francs la tonne, le sulfate d'ammoniaque sera aussi économique à 281 fr. 75. Si nous supposons que les frais de transport de sel ammoniacal soient un peu plus faibles que ceux du nitrate, 10 tonnes de sulfate d'ammoniaque étant équivalentes, comme nous venons de le montrer, à 11 tonnes 5 de nitrate de soude, on voit que la valeur relative de ces deux engrais, pour la production de grain d'orge, est à peu près dans la même proportion que leur prix courant actuel.

Pour la production de paille d'orge cependant, le sel d'ammoniaque est bien moins efficace que le nitrate. Représentons, comme plus haut, la production par le nitrate par 100, la production de paille par la même quantité d'azote en ammoniaque est représentée à Rothamsted par 77.8 et à Woburn par 75.9. D'après ces chiffres, on voit que ces deux engrais devraient être au même prix la tonne, pour qu'on puisse économiquement remplacer le nitrate par l'ammoniaque comme producteur de paille.

Les expériences avec l'avoine ont été conduites pendant dix ans à Rothamsted, mais dans des conditions peu satisfaisantes; les essais ont été par conséquent arrêtés. Les résultats obtenus ont montré cependant que l'azote appliqué à l'état de sulfate d'ammoniaque était d'un effet égal, et dans certains cas, d'un effet supérieur à l'azote appliqué sous forme de nitrate. Ces résultats étaient en partie dus

à ce que, dans ce champ, l'usage continuel de nitrate de soude avait rendu le sol si compact qu'il ne pouvait être convenablement travaillé. Il serait à désirer que ces expériences avec l'avoine fussent recommencées.

Avec le froment, la valeur relative du nitrate de soude et des sels ammoniacaux a été différente à Rothamsted et à Woburn. A Rothamsted, avec une application de sels ammoniacaux faite le plus souvent à l'automne; la production de grain pour deux séries d'expériences pendant 30 années est, par l'ammoniaque, égale à 74.8 p. 100 de celle qu'a fournie le nitrate.

L'expérience la plus favorable à l'emploi de l'ammoniaque a donné une production de 78.4 pour 100; à Woburn, où l'application du sulfate d'ammoniaque a été faite au printemps, la production par cet engrais, pour trois séries d'expériences pendant 11 ans, est égale à 95.7 pour 100 de celle par le nitrate. Aussi, au prix actuel, pour le froment, l'usage du nitrate de soude serait le plus économique à Rothamsted, tandis qu'à Woburn le contraire aurait lieu [1]. Sur les deux sols, l'ammoniaque donne un rendement bien moins favorable de paille que de grain.

En résumé, avec le froment, le sulfate d'ammoniaque est, au prix actuel, un engrais plus économique, pour la production de grain, que le nitrate de soude, pourvu que le sel ammoniacal soit appliqué au printemps. Pour la production de paille, le nitrate de soude est, au contraire, plus avantageux.

Pour l'effet des sels ammoniacaux sur les graminées, le foin, les pommes de terre et les navets, nous nous en rapporterons aux résultats de Rothamsted. Avant de les mentionner, nous devons faire attention à une circonstance qui a une plus grande influence sur l'efficacité des sels ammoniacaux que sur celle du nitrate. Cette circonstance est l'apport à la récolte des éléments des cendres. Ce fait est bien démontré dans les expériences de Rothamsted avec le blé et l'orge, et il devient encore plus manifeste en passant aux résultats obtenus avec d'autres récoltes. Ainsi, avec l'orge, dans un champ engraissé avec du nitrate ou du sulfate d'ammoniaque seulement, le rendement par ces deux engrais est, pour le grain, comme

1. Le prix actuel de l'azote du sulfate d'ammoniaque étant 91.5 p. 100 du prix de l'azote du nitrate de soude, les deux engrais seraient aussi économiques, si le rendement du champ avec du sulfate d'ammoniaque était 91.5 p. 100 de celui du champ ayant reçu la même quantité d'azote en nitrate.

100 à 79.5 et pour la paille comme 100 à 69.3; mais quand nous ajoutons à ces engrais des superphosphates et des sels de potasse, de soude et de magnésie, leur rendement relatif devient pour le grain comme 100 à 88.8 et pour la paille comme 100 à 86.8. On voit, d'après ces chiffres, que les engrais minéraux augmentent l'influence des sels ammoniacaux beaucoup plus que celle du nitrate. Le nitrate de soude solubilise évidemment les éléments de cendres naturellement contenus dans la terre et les rend beaucoup plus avantageux pour la récolte que ne le fait l'ammoniaque.

Les expériences de Rothamsted avec le blé conduisent aux mêmes conclusions.

Quand nous passons aux expériences sur les graminées, nous trouvons que l'économie relative aux deux engrais que nous étudions dépend entièrement des éléments des cendres que l'on donne à la récolte. Quand on applique le nitrate de soude ou les sels ammoniacaux seuls, le rendement relatif est, pour une période de dix-huit ans, comme 100 à 31.3, tandis qu'en y ajoutant des sels de potasse et des superphosphates, le rendement relatif devient, pendant la même période, comme 100 est à 79.5 et, pour une plus longue période (vingt-huit ans), comme 100 est à 85.7. Avec les pâturages, le sulfate d'ammoniaque seul donne des résultats bien inférieurs au nitrate; mais si on y ajoute des engrais minéraux, il devient presque aussi économique.

Le résultat est le même avec les pommes de terre. Pendant une période de douze ans, le rendement par le nitrate ou les sels ammoniacaux appliqués seuls a été dans la proportion de 100 à 46.7; mais quand on a aussi fait usage des phosphates et de la potasse, ce rendement est devenu comme 100 à 99.4. Dans le dernier cas, le sulfate d'ammoniaque est, au prix actuel, plus économique que le nitrate.

Avec les navets, les engrais minéraux ont aussi une excellente influence; mais, dans le cas des sels ammoniacaux, sauf dans les conditions les plus favorables, l'économie n'est pas aussi grande qu'avec le nitrate de soude. Pour une période de dix ans, le rendement relatif de la récolte, pour le nitrate et le sulfate d'ammoniaque employés seuls, est comme 100 à 26.5 et avec les engrais minéraux, comme 100 à 74.

Ces résultats peuvent être résumés en disant que, pour les pommes de terre et les graminées, les sels ammoniacaux donnent

de bons résultats si on y ajoute des superphosphates et des sels de potasse; mais, sans cette addition, l'ammoniaque est, dans tous les cas, fort inférieure au nitrate.

Pour les navets, même en ajoutant une grande quantité d'éléments de cendres, on n'arrive pas à rendre le sel ammoniacal aussi avantageux que le nitrate.

On ne doit pas supposer, d'après ce qui vient d'être dit, que l'usage des sels ammoniacaux implique une dépense additionnelle d'engrais minéraux qui n'est pas demandée dans le cas de nitrate de soude. Ce dernier réussit quelquefois seul; mais le plus souvent il est bon d'y ajouter des éléments de cendres, des phosphates pour le blé, des phosphates et de la potasse pour les graminées et les pommes de terre.

Les expériences de Rothamsted nous enseignent simplement qu'il est encore plus nécessaire d'ajouter des engrais minéraux au sulfate d'ammoniaque qu'au nitrate.

Nous devons maintenant brièvement rapporter à quelles circonstances est due l'efficacité relative des deux engrais qui nous occupent; nous venons de voir l'influence des éléments de cendres. Une autre cause principale de différence dans les résultats est le caractère de la saison. Généralement une saison sèche et chaude est bien plus favorable à l'action des nitrates qu'à celle du sulfate d'ammoniaque, tandis que le contraire a lieu quand la saison est humide.

La production de blé à Woburn, dans les parcelles recevant du nitrate de soude et des sels ammoniacaux et pendant la saison humide de 1882 et la saison chaude de 1887, est indiquée dans le tableau ci-après.

Comme on le voit, l'ammoniaque a donné un meilleur résultat que le nitrate dans la saison humide et un plus mauvais résultat dans la saison sèche.

Bien qu'il soit impossible à un cultivateur de prévoir le caractère d'une saison et de choisir son engrais en conséquence, les faits que nous venons de mentionner indiquent cependant que, dans un climat sec, il vaut mieux employer le nitrate de soude, tandis que, dans un climat humide, le sulfate d'ammoniaque sera plus avantageux.

Les sels ammoniacaux doivent être appliqués de meilleure heure que le nitrate de soude. Leur mode d'application qui réussit le

mieux est de les répandre à la volée et de labourer immédiatement.

On peut toujours suivre cette méthode dans le cas du blé de printemps et des pommes de terre; mais si le sol est très calcaire, on doit éviter d'employer cette méthode pour ne pas s'exposer à la perte d'ammoniaque qui en résulterait.

Le sulfate d'ammoniaque est plus lent dans son action que le nitrate; à cause de cela le dernier est préférable.

PRODUCTION DE BLÉ A WOBURN.

ENGRAIS	1882	1887
	Hectolitres.	Hectolitres.
Nitrate de soude.................	23.45	31.57
Sels ammoniacaux...............	28.86	23.56
Nitrate et engrais minéraux......	29.34	36.30
Ammoniaque —	31.68	26.83
Nitrate (double) —	32.24	39.46
Ammoniaque (double) —	39.23	32.92

Les sels ammoniacaux doivent être mélangés avec de la terre fine et sèche avant de les répandre à la volée; ils ne doivent pas être mélangés avec des cendres, ni des scories phosphatées pour éviter les pertes d'ammoniaque; mais ils peuvent être mélangés sans inconvénient avec des superphosphates, des sels de potasse ou du gypse.

Les conclusions de M. Warington, relativement aux circonstances principales qui influent sur l'efficacité du sulfate d'ammoniaque, sont absolument concordantes avec celles que M. Dehérain a tirées des expériences de Wardrecques et de Grignon. Elles tendent à prouver une fois de plus que les sels ammoniacaux ne semblent pouvoir servir directement d'aliments aux plantes et qu'ils ne sont utilisés que quand ils sont nitrifiés. En effet, on sait, d'après les travaux de M. Schlœsing, l'influence qu'exerce sur ce phénomène l'état d'humidité du sol; les expériences de Rothamsted confirment cette conclusion que, dans les terres qui se dessèchent facilement et qui ne sont pas maintenues dans un état satisfaisant d'humidité,

comme il arrive souvent à Grignon, le sulfate d'ammoniaque ne peut se nitrifier et reste inactif, sinon nuisible; tandis que les sols possédant une constitution physique capable de conserver longtemps l'eau, comme celui de Wardrecques, nitrifient plus facilement l'ammoniaque et rendent avantageux son emploi, pourvu qu'ils soient assez bien travaillés pour être perméables à l'air.

REVUE DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES.

Chimie agricole.

Expériences nouvelles sur la fixation de l'azote par certaines terres végétales et par certaines plantes, par M. Berthelot[1]. — Les importantes recherches que nous allons analyser rapidement résument une longue série d'expériences que M. Berthelot poursuit depuis 1884 à la station végétale de Meudon, en vue d'établir définitivement et de préciser mieux qu'on ne l'avait fait jusqu'ici le rôle que joue l'azote atmosphérique dans les phénomènes de la végétation.

Dans ce travail considérable, qui comprend près de deux mille déterminations analytiques, l'auteur a varié autant que possible les conditions de ses expériences, en opérant tantôt sur la terre nue, tantôt sur un sol couvert de légumineuses, à l'air libre, sous un abri transparent permettant la libre circulation de l'air et de la lumière, ou bien encore sous de grandes cloches de 45 litres de capacité, hermétiquement closes ou parcourues par un courant d'air purifié par l'acide sulfurique; on avait soin dans ce cas d'introduire dans les cloches un litre environ d'acide carbonique par jour pour subvenir aux besoins de la végétation.

Enfin on a effectué quelques-unes de ces expériences avec des terres rendues stériles ou au contraire ensemencées avec quelques microbes supposés aptes à déterminer la fixation de l'azote.

Dans tous ces essais on a observé un enrichissement en azote, qui s'est élevé, en six mois, de 9,2 centièmes à 41,3 centièmes de l'azote initial combiné; le maximum correspond aux expériences exécutées à l'air libre.

Premier mémoire. — Dans un premier mémoire, M. Berthelot décrit la disposition de ses expériences; il donne la composition exacte des terres employées, celle des graines utilisées comme semence, enfin il discute la valeur des méthodes en usage pour doser l'azote dans la terre : il résulte de ses recherches que l'emploi de la chaux sodée, tout en donnant des résultats absolus un peu plus faibles que la méthode de M. Dumas, est aussi exact que celle-ci lorsqu'on se propose seulement de déterminer l'enrichissement du sol en azote, à la condition de soumettre la terre à un lavage préalable lorsqu'elle renferme de grandes quantités de nitrates. On sait, en effet, que les nitrates ne sont

1. *Annales de chimie et de physique*, 6ᵉ s., t. XVI.

qu'incomplètement réduits par la chaux sodée, même en présence de matières organiques.

Les expériences ont porté sur trois sols différents, dont nous rapporterons ici l'analyse détaillée, pour un kilogramme de terre sèche :

	Terre de l'enclos.	Terre de la terrasse.	Terre du parc.
Eau (en plus du poids de la terre)	25.6	63.1	62.0
Perte à la calcination	52.3	71.9	91.8
Azote combiné	0.974	1.655	1.744
Azote nitrique	0.0063	0.0218	0.0168
Acide carbonique des carbonates	23.06	5.83	13.91
Carbone organique (par Cu O)	19.81	22.313	43.468
Acide sulfurique	0.534	0.760	0.768
Soufre total[1]	0.486	0.730	1.018
Acide phosphorique	0.302	0.184	0.366
Phosphore total[1]	1.093	0.947	8.486
Chaux	31.20	3.44	22.34
Potasse totale (KO, par H Fl)	5.91	10.22	6.92

Ces terres étaient placées dans des pots en porcelaine vernissée, sur un lit de cailloux compacts et choisis sans fissures; un trou percé à la partie inférieure des pots permettait l'écoulement des eaux de drainage que l'on recueillait avec soin et que l'on analysait le jour même de leur écoulement.

Les pots, de deux tailles différentes, renfermaient 1 kilogramme ou 3 kil. 5 de terre, formant une couche de 18 centimètres d'épaisseur; les plus grands offraient une surface d'exposition à l'air égale à 282 centimètres carrés, en moyenne.

DEUXIÈME MÉMOIRE. *Fixation de l'azote par la terre végétale nue.* — Dans tous les cas, les terres dont on vient de rappeler la composition initiale se sont enrichies en azote, et le gain n'est guère imputable à l'intervention de l'ammoniaque atmosphérique, car il se manifeste en vase clos, dans une grande cloche reposant sur une glace ou une coupe à bords rodés, que l'on n'a occasion d'ouvrir que très exceptionnellement, lorsque par exemple quelque graine échappée à l'observation vient à germer et pousse une plantule que l'on enlève aussitôt. On sait d'ailleurs qu'il se produit entre un sol non acide et l'atmosphère des échanges d'ammoniaque qui ne permettent pas de concevoir un enrichissement notable de la terre par cette voie, et l'expérience directe a montré à M. Berthelot que, après plusieurs mois d'exposition à l'air, une terre de l'ordre de celles qu'il a utilisées dans les recherches précédentes n'a pas fixé sensiblement d'ammoniaque ni formé d'amides attaquables à froid par l'acide chlorhydrique étendu, ni enfin produit une quantité de nitrates assez grande pour justifier l'hypothèse précédente.

Le tableau suivant indique, en centièmes de l'azote primitif combiné, le gain observé en deux mois d'expérience environ.

1. Le soufre et le phosphore ont été dosés par combustion totale, dans un courant d'oxygène et en présence d'un carbonate alcalin qui arrête les vapeurs entraînées.

	Sous cloche.	Sous abri.	Sans abri.
Terre de l'enclos..................	8.6	7.3	8.8
Terre de la terrasse..............	2.2	5.8	9.1
Terre du parc.....................	4.3	6.1	1.7

On a tenu compte, dans l'établissement de ces chiffres, de l'azote fourni par 'eau d'arrosage et de celui qui a été apporté par la pluie dans la troisième série d'expériences; ces corrections sont d'ailleurs fort peu importantes et ne représentent que quelques millièmes de la quantité totale d'azote combiné.

La nitrification, dans le cours de ces expériences, est toujours restée peu active, en sorte que l'enrichissement porte surtout sur la matière organique azotée.

Conformément aux conclusions déjà énoncées il y a quelque temps par M. Berthelot, cette fixation d'azote par la terre nue est l'œuvre d'un microbe spécial; en effet, elle ne se manifeste plus lorsque les terres ont été stérilisées par un chauffage préalable à 110°; elle reste comprise entre les limites citées plus haut lorsqu'on arrose le sol avec de l'eau dans laquelle on a délayé le contenu des tubercules qui se développent spontanément sur les racines du lupin. Les bactéries qui s'y trouvent, et qui semblent, d'après les recherches de de MM. Hellriegel et Willfarth[1] et celles de M. Bréal[2], jouer un rôle considérable dans la végétation des légumineuses, ne paraissent donc pas pouvoir communiquer au sol la propriété de fixer l'azote de l'air.

En résumé, ces recherches confirment d'une manière plus précise et indiscutable les faits déjà acquis à la suite des travaux antérieurs de M. Berthelot, à savoir que la terre est susceptible de fixer directement l'azote gazeux, et que les conditions les plus favorables à son enrichissement sont :

1° Une atmosphère modérément oxydante, incapable de produire une nitrification exagérée ;

2° La présence d'une dose d'eau limitée;

3° Une température comprise entre 10° et 40°;

4° L'existence dans la terre d'une dose d'azote limitée et n'appartenant pas à des matières organiques en putréfaction ou en fermentation réductrice;

5° Enfin, l'existence de certains microbes spécifiques.

La quatrième de ces conditions montre que l'enrichissement des terres tend lui-même vers une limite, et que ce seront surtout les terres relativement pauvres en azote qui pourront en fixer davantage. On a vu précédemment un exemple sur la terre de l'enclos qui, moins riche que les deux autres, montre en général une fixation plus active.

Si l'on rapporte par le calcul l'enrichissement constaté dans les expériences que nous venons de décrire, à ce qu'il serait sur la surface d'un hectare, déduction faite des apports dus à l'eau de pluie, et en supposant au sol une épaisseur uniforme de 18 centimètres, on trouve, dans le cas le plus favorable, pour la terre de la terrasse exposée à l'air libre, sans abri, qu'il correspond à 150 kilogrammes d'azote pour une période de 11 semaines seulement. Dans la plupart des autres expériences il reste voisin de 70 à 80 kilogrammes.

1. *Ann. agron.*, t. XII, p. 521; t. XIII, p. 330; t. XIV, p. 231; t. XV, p. 5.
2. *Ibid.*, t. XIV, p. 481.

« Ces valeurs devraient-elles être doublées ou triplées, pour les rapporter à une période de six mois, et triplées encore une fois pour les rapporter à une couche de 45 centimètres, ce qui les porterait vers 300 kilogrammes à même épaisseur et vers 800 kilogrammes par hectare calculé pour une épaisseur suffisante? C'est ce que je ne voudrais pas décider, le maximum d'effet étant peut-être limité dans les conditions où j'opérais. »

On voit que ces chiffres sont loin de ceux qui expriment la quantité d'azote fournie par les pluies ou par l'ammoniaque atmosphérique; leur grandeur même qui les place bien au delà des erreurs d'analyse possibles, est une garantie évidente de l'exactitude des conclusions énoncées par l'auteur.

TROISIÈME MÉMOIRE. — *Expériences sur la fixation de l'azote par la terre, avec le concours des légumineuses.* Ces recherches, extrêmement nombreuses, ont porté sur six espèces de plantes différentes : le lupin, la vesce, la jarosse, le trèfle, la luzerne et un mélange de vulnéraire et de *medicago lupulina*. Les unes ont été faites à l'air libre, avec ou sans abri de verre, les autres sous cloche, par conséquent en vase clos; on avait alors soin, sauf dans un cas, de fournir aux plantes de l'acide carbonique et d'analyser de temps en temps l'atmosphère intérieure des appareils. Dans une de ces dernières expériences, on a fait passer lentement dans les cloches, à raison de 50 litres par jour, un courant d'air privé d'ammoniaque par un passage dans un flacon laveur à acide sulfurique et dans un tube en U à ponce sulfurique.

Il nous est impossible de rapporter ici le détail de ces expériences qui comprennent l'analyse du sol, celle des graines, des plants développés, des eaux de pluie et des eaux de drainage; nous reproduisons seulement, dans leurs parties essentielles, les conclusions mêmes qui terminent le dernier mémoire de M. Berthelot et résument les résultats acquis dans ce travail considérable.

« 1° Pour la *vesce*, avec la terre de l'enclos et de la terrasse, le gain d'azote sous cloche a été notable, à peu près le même pour la première terre qu'avec la terre nue. Dans les deux cas, c'est la terre qui a gagné; la plante ayant perdu une partie de son azote initial, parce que son développement n'a pas été amené à dépasser le terme auquel la plante pouvait emprunter l'azote combiné des milieux ambiants. Les racines ne renfermaient d'ailleurs que la moindre partie de l'azote de la plante, ce qui montre que cette portion de la plante n'est guère intervenue.

« Au contraire, lorsqu'on a opéré à l'air libre, les doses relatives d'azote fixé sur le système ont été beaucoup plus fortes, doubles ou triples de ce qu'elles étaient avec les terres nues. Le gain relatif a été le plus fort avec la terre de l'enclos, c'est-à-dire avec la terre plus pauvre en azote; mais les gains absolus sont du même ordre avec les trois terres.

« Ce gain n'a porté d'ailleurs que pour une fraction sur la terre ; une fraction, souvent plus considérable, ayant été fixée sur la plante, dont l'azote a doublé, triplé et même quintuplé.

« Ce n'est pas tout : circonstance remarquable, le gain d'azote réalisé sur la plante a eu lieu à peu près également sur la partie aérienne et sur la partie souterraine; cette dernière l'emportait même dans plusieurs circonstances. Ce rapport de l'azote gagné à l'azote initial est aussi à peu près celui de la matière organique dans les deux régions, remarque qui s'applique aussi aux

plantes suivantes. De tels résultats montrent le rôle prépondérant joué par les racines des légumineuses, concourant avec la terre dans la fixation de l'azote.

« C'est donc à la terre qu'elles semblent l'emprunter; ou plutôt il paraît se faire entre la terre et les racines de la vesce une sorte d'alliance, d'union intime et de vie commune, due à l'intervention des microbes de la terre, et en vertu de laquelle l'azote, fixé grâce à ceux-ci, se transmettrait à la plante elle-même. Mes observations à cet égard s'accordent avec celles de MM. Hellriegel et Wilfarth. »

En résumé, dans les expériences relatives à la culture de la vesce, le gain d'azote calculé pour un hectare a plusieurs fois dépassé 300 kilogrammes.

« 2° Avec le *lupin*, les résultats ont été moins bons, sans doute parce qu'ils ont été observés seulement pendant la première période de l'existence de cette plante, son développement complet s'accomplissant plus tard.

« C'est avec la terre mise sous cloche que les fixations d'azote observées ont été les plus fortes; elles ont été à peu près les mêmes qu'avec la vesce. Elles répondent de même à un degré où l'évolution complète de la plante, avec emprunt d'éléments au milieu ambiant, n'a pas encore eu lieu : la plante ayant d'ordinaire perdu de l'azote, tandis que la terre en gagnait à la vérité beaucoup plus. Pendant cette période initiale, l'azote est toujours demeuré prépondérant dans la partie aérienne du lupin, la partie souterraine n'ayant guère paru concourir à sa fixation. Toutes ces données demeurent, on le voit, corrélatives.

« 3° La *jarosse* donne au contraire des résultats très remarquables; malheureusement aucun essai n'a été fait sous cloche avec cette plante. Les proportions d'azote fixé montent à 200 ou 300 kilogrammes par hectare calculé. Le gain relatif est le plus grand avec la terre de l'enclos qui est la plus pauvre en azote; mais les gains absolus par hectare sont du même ordre avec les diverses terres. Ils le sont également pour la plante, et plus que pour la terre même, car, dans la plante, l'azote a doublé et même quadruplé.

« Enfin, et ce fait est caractéristique, c'est sur la racine de la jarosse que l'azote se trouve surtout concentré; car il s'y trouve en proportion double et même quadruple de la partie aérienne. L'alliance intime du sol et de la partie souterraine de la plante trouve ainsi une nouvelle confirmation; confirmation d'autant plus frappante que la racine a fixé sur elle-même, dans un cas, jusqu'au neuvième de la portion minérale du sol contenu dans le pot.

« 4° Avec le *medicago lupulina*, mêlé de vulnéraire et de plantes diverses, les gains d'azote se sont élevés plusieurs fois au tiers de l'azote primitif du système. Les gains absolus ont été plus forts avec les terres du parc et de la terrasse et ils ont monté jusqu'à 600 et 700 kilogrammes par hectare calculé, en cinq mois.

« Le gain de la terre seule ne dépasse pas 13 centièmes et il est du même ordre qu'avec les plantes précédentes. Mais l'azote des plantes est devenu 7 fois, 8 fois, 12 fois et jusqu'à 14 fois aussi considérable que sa dose primitive.

« La lenteur plus grande du développement de la plante a dû concourir à ces résultats.

« Dans le cas présent, la répartition entre la partie aérienne et la partie souterraine est toute différente de celle qui existe pour la jarosse; l'azote de la partie aérienne surpassant celui de la partie souterraine, parfois même dans le rapport de 4 à 1.

« 5° Le *trèfle* a donné des résultats médiocres, intermédiaires entre le lupin et la jarosse : cette légumineuse s'est mal développée dans les conditions de mes essais, probablement en raison de leur durée trop limitée. Cependant il y a toujours eu gain d'azote. Ce gain a eu lieu pour les terres les plus pauvres, à la fois par la terre et par la plante; mais la terre la plus riche, celle du parc, n'a pour ainsi dire rien gagné, la plante lui ayant enlevé à mesure l'azote fixé. La partie aérienne et la partie souterraine de la plante renferment le plus souvent des doses à peu près égales d'azote, avec quelques cas de prépondérance dans la partie aérienne.

« 6° La *luzerne* enfin a donné les gains d'azote les plus forts de tous : gains s'élevant à 500, 600, et même 735 kil. par hectare calculé. Sous cloche, elle ne s'est guère développée mieux que le lupin, mais à l'air libre, avec ou sans abri, l'azote s'est accru jusqu'aux 30 et 40 centièmes de sa dose initiale dans le système total (terre et plante réunies). L'influence de l'absence d'abri, c'est-à-dire celle de la pluie, a été minime, comme d'ailleurs dans les cas précédents.

« Ce gain d'azote n'a porté que pour une dose limitée sur la terre, souvent le tiers ou le quart de l'azote total fixé sur le système, dose comparable en gros à celle observée avec la vesce et le *Medicago lupulina*. Mais l'azote de la luzerne a pris plus d'accroissement que pour aucune autre plante, la dose en étant devenue jusqu'à 16 fois celle de l'azote initial : le *Medicago lupulina* se rapproche cependant de la luzerne à cet égard. La grandeur de la fixation d'azote sur ces deux plantes est certainement liée avec la durée plus longue des expériences faites sur elles et avec le degré plus avancé de leur végétation.

« L'azote fixé sur la luzerne se rapportait, pour la majeure partie, à la région souterraine; la partie aérienne de la première récolte n'en contenait qu'une fraction relativement faible, celle de la seconde récolte était plus notable.

« Cette prépondérance des racines de la luzerne s'accorde avec l'accumulation des matières minérales tirées du sol, qui caractérise les racines de cette plante. Elle a lieu sans doute, je le répète, en vertu d'une vie commune aux microbes de la terre et de la plante, et elle atteste l'origine réelle de l'azote fixé sur les légumineuses. Enfin elle concourt à rendre compte de la végétation persistante des légumineuses pendant plusieurs années consécutives.

« Toutes ces circonstances corroborent et précisent le grand fait de la fixation de l'azote par le sol, et elles montrent comment il intervient avec le concours de la végétation, celui des racines spécialement, dans l'accumulation de l'azote, observée depuis longtemps pendant la culture de certaines légumineuses. Une multitude de phénomènes de la plus haute importance pour l'agriculture trouvent par là leur interprétation. » L. MAQUENNE.

Dosage de l'azote des matières organiques, par MM. AUBIN, ALLA, VIOLLETTE ET L'HOTE. — On sait que depuis quelques années les chimistes

agronomes ont été sollicités à abandonner le procédé classique de dosage de l'azote par la chaux sodée pour lui substituer le procédé Kjeldahl [1].

Il était naturel que cette nouvelle méthode fût soumise à un sérieux contrôle; tandis que dans une note insérée aux *Annales de l'Institut agronomique*, MM. Aubin et Alla se déclarent très satisfaits de la méthode à l'acide sulfurique, M. L'Hôte [2] a reconnu au contraire que, dans quelques cas, elle fournissait des chiffres erronés et que de plus elle était souvent difficile à mettre en pratique. En effet, on ne doit considérer l'attaque comme terminée que lorsque le liquide renfermant l'acide sulfurique concentré et la matière organique est devenu tout à fait limpide et incolore; cette décoloration est parfois très lente à obtenir, or toutes les fois que le liquide reste coloré, le dosage donne un chiffre trop bas. M. L'Hôte attribue ce résultat « 1° à une légère perte d'ammoniaque due à la volatilisation de sulfate d'ammoniaque pendant l'attaque, 2° à la destruction incomplète de la matière organique quelle que soit la durée de l'opération. »

M. Viollette de Lille [3] a trouvé qu'en remplaçant l'acide sulfurique ordinaire par de l'acide de Nordhausen, en s'abstenant de mettre du mercure dans le ballon pour régulariser l'opération, « la méthode Kjeldahl peut fournir des résultats aussi exacts que ceux qu'on obtient par la chaux sodée et par la méthode de Dumas, sans toutefois être plus expéditive que l'une ou l'autre de ces méthodes classiques.

MM. Aubin et Alla ont répondu à la note de M. L'Hôte [4], mais leur réponse laisse à désirer; en effet, ils donnent pour certaines matières bien déterminées, telles que l'urée, la brucine, ou le sulfate de cinchonine des nombres concordants mais aussi inexacts par la chaux sodée que par l'acide sulfurique. M. L'Hôte [5] n'a pas de peine à le leur montrer: la brucine renferme 7.10 d'azote pour 100, c'est bien ce que M. L'Hôte trouva pour la chaux sodée, mais bien qu'il ait fait bouillir cette matière pendant 16 heures avec l'acide sulfurique, il n'a pas réussi à décolorer la liqueur, et il a trouvé un nombre beaucoup trop faible, mais cependant supérieur au chiffre 3.61 donné par MM. Aubin et Alla pour les deux méthodes; ces messieurs ont trouvé pour le sulfate de cinchonamine, qui renferme 7.46 d'azote, 2.09 par la chaux sodée et 3.03 par l'acide sulfurique, les deux nombres sont très éloignés du chiffre théorique. M. L'Hôte trouve par la méthode Kjeldahl des chiffres analogues, 3.42, 3.92 et ne s'en étonne pas, puisqu'après 37 heures de chauffe son liquide n'était pas incolore, mais à l'aide de la chaux sodée, il trouve 7.42 très voisin du chiffre théorique.

Il paraît donc certain que si dans un grand nombre de cas la méthode Kjeldahl donne des nombres exacts, il en est d'autres où elle fournit des nombres trop faibles. En résumé, je ne vois pas trop l'avantage quelle présente; la méthode par la chaux sodée exige une consommation de gaz plus forte, mais elle ne produit pas les vapeurs désagréables d'acide sulfureux et

1. Voy. *Ann. agronom.*, tome XI, p. 288-335.
2. *Comptes rendus*, tome CVIII, p. 59.
3. *Comptes rendus*, tome CVIII, p. 181.
4. *Comptes rendus*, tome CVIII, p. 246.
5. *Comptes rendus*, tome CVIII, p. 817.

d'acide sulfurique qu'exhalent les ballons de Kjeldalh, quand l'attaque est un peu vive. En résumé qu'on opère par la chaux sodée ou par l'acide sulfurique, il faut toujours finir par un titrage volumétrique ; or, si au lieu de neutraliser l'acide sulfurique avec de la potasse qui se carbonate aisément et par suite laisse quelque indécision sur le point de saturation, on opère avec de l'eau de chaux contenue dans un flacon où l'air ne rentre qu'après s'être dépouillé d'acide carbonique, en traversant une dissolution de potasse; si enfin on prend la peine de distiller avec un excès de potasse l'acide sulfurique lorsqu'il a été coloré par les carbures provenant du tube à chaux sodée, on obtient réellement par cette méthode des résultats très exacts.

Il est bien certain cependant que rien ne vaut la méthode de dosage en volume; en liant le tube à la trompe à mercure de façon à y faire le vide au début, puis en chauffant légèrement un bicarbonate pour introduire dans le tube une atmosphère d'acide carbonique, et en recueillant le gaz sur le mercure, en employant en définitive le procédé Dumas rendu d'une pratique plus aisée par l'usage de la trompe à mercure, on arrive à une précision complète.

Sur les propriétés fertilisantes des eaux du Nil, par M. MUNTZ[1]. — L'auteur a soumis à l'analyse les eaux du Nil; il a trouvé que le dépôt, le limon qu'elles abandonnent présente la composition suivante :

	gr.
Gros sable	0.0
Débris organiques grossiers	0.0
Sable fin	39.6
Argile	55.2
Carbonate de chaux	3.1
Acide humique	0.9

Si le carbonate de chaux était absent, une terre aussi argileuse ne serait pas susceptible d'être cultivée; le calcaire coagule l'argile, la matière organique diminue sa compacité, ainsi que l'a montré M. Schlœsing; ces deux agents permettent au limon de former des sols ayant l'ameublissement nécessaire pour être travaillés et pour porter des récoltes.

Ce n'est pas seulement à la proportion des éléments utiles qu'il renferme que ce limon doit ses propriétés fertilisantes, mais encore à l'extrême finesse des particules qui le composent. Cette finesse augmente la surface sous laquelle les principes utiles se présentent aux agents dissolvants du sol et à l'action des racines; elle les met rapidement sinon immédiatement à la portée des végétaux.

En envisageant l'eau du Nil dans son ensemble au moment de la crue de septembre, on obtient les résultats suivants pour 1 mètre cube.

	En dissolution.	En suspension.
	gr	gr
Azote	1.07	3.00
Acide phosphorique	0.40	4.10
Potasse	3.66	150.00
Chaux	48.00	70.50

1. *Comptes rendus*, t. CVIII, p. 522.

Il en résulte qu'ainsi qu'on l'a reconnu depuis longtemps, c'est le limon qui exerce l'influence la plus avantageuse.

M. Muntz y a trouvé par kilogr. :

	gr
Azote	1.1
Acide phosphorique	1.9

J'ai eu occasion il y a quelques années de doser l'acide phosphorique dans ce même limon; j'en ai trouvé 2gr3[1]. Ce nombre n'est pas très éloigné de celui que donne actuellement M. Muntz, il démontre que cet élément essentiel de la fertilité est habituellement contenu dans le limon du Nil. P. P. D.

Sur la richesse en gluten du blé, par MM. Gatellier et L'Hote[2]. — Les auteurs ont d'abord cherché l'influence qu'exerçait sur la richesse en azote du blé, la place qu'il occupe dans l'assolement; du blé blanc Victoria a donné :

	Azote.	Gluten.
Après betteraves dans 100 de farine	1.36	9.06
— avoine et défrichement de luzerne	1.61	10.06
— minette et 30,000 kilogr. de fumier	1.68	10.50

Il fallait conclure de cette première expérience que la richesse en azote du sol exerçait une influence marquée sur la teneur en gluten du blé.

Dans un autre essai, on a semé le blé Victoria dans la même pièce après betteraves, mais en distribuant des doses variables de sulfate d'ammoniaque associées à des superphosphates; on a obtenu les résultats suivants :

Engrais employé à l'hectare.	Rapport de l'azote à l'acide phosphorique dans l'engrais.	Azote contenu dans 100 de farine.	Gluten calculé.
100 kilogr. sulfate d'ammoniaque 300 — superphosphate	4/9	1.67	10.43
200 — sulfate d'ammoniaque 300 — superphosphate	8/9	1.82	11.37
300 — sulfate d'ammoniaque 300 — superphosphate	12/9	2.04	12.75
300 — sulfate d'ammoniaque 600 — superphosphate	6/9	1.81	11.31

Ces résultats semblent prouver qu'il est possible d'augmenter par la culture la richesse en gluten du blé et que cela dépend de la proportion d'azote par rapport à l'acide phosphorique employée dans l'engrais.

Ces messieurs citent encore l'exemple suivant; plusieurs espèces de blé ont été en même temps cultivées à la Ferté-sous-Jouarre dans une terre très riche, et à la Capelle chez M. Florimond Desprez. On a obtenu les chiffres suivants pour 100 parties :

	Roseau.	Victoria blanc.	Bergues.	Sheriff.
A la Ferté-sous-Jouarre	17.31	17.68	16.18	16.12
A Capelle	13.61	12.58	13.10	9.89
Différence	3.70	5.10	3.08	6.23

1. *Ann. agron.*, t. VI, p. 514.
2. *Comptes rendus*, tome CVIII, p. 859.

On voit que la quantité de gluten varie énormément dans la même variété, suivant la richesse du sol. Les auteurs en donnent encore un autre exemple, tiré de cultures exécutées à la Ferté-sous-Jouarre; dans un sol renfermant 2.232 d'azote et dans une terre située à Luzancy et ne contenant que 1.520 d'azote, on a trouvé en gluten les nombres ci-dessous :

	Sheriff-Hongrie.	Hongrie-Sheriff.	Belotourka Sheriff.
A la Ferté-sous-Jouarre.	15.75	15.43	15.31
A Luzancy	13.18	11.87	12.81
Différence	2.57	3.58	2.50

Les différences sont donc encore dans le même sens.

Il ne faudrait pas croire cependant que toujours la richesse en azote des grains est liée à une fumure distribuée; on trouve en effet, dans les nombreux travaux des laborieux agronomes de Rothamsted[1], un exemple qui n'est pas favorable à la thèse soutenue par les auteurs.

La moyenne que nous transcrivons est obtenue par les analyses exécutées sur dix récoltes successives obtenues de 1845 à 1854 de champs non fumés amendés avec des sels ammoniacaux et des engrais minéraux.

Ces moyennes sont :

	Azote dans 200 parties.
Sans engrais...................................	2.13
Sels ammoniacaux seulement....................	2.26
Sels ammoniacaux et engrais minéraux..........	2.22

Les résultats varient beaucoup d'une année à l'autre; on en a eu une preuve décisive à Grignon dans les études exécutées sur la composition des grains d'avoine recueillis pendant plusieurs saisons inégalement pluvieuses, sur diverses parcelles qui avaient reçu différents engrais :

Nature de la fumure :	Matières azotées pour 100 de grains desséchés.		
	1876.	1878.	1880.
Fumier de ferme	13.50	14.12	13.62
Sans engrais.....................	12.44	6.85	14.56
Azotate de soude	12.26	9.02	15.75
Sulfate d'ammoniaque............	13.94	11.43	14.50

Si l'on compare les quantités d'eau tombées en 1876, en 1878 et en 1880, on trouve les chiffres suivants :

	Millimètres d'eau tombés à Grignon.		
	1876.	1878.	1880.
Avril............................	27.52	75.2	47.34
Mai..............................	32.25	114.6	4.73
Juin.............................	49.49	83.6	102.57
	109.26	273.4	154.64

1. On some points of the composition of wheat grain by Lawes and Gilbert, 1857. *Journal of the Chem. Soc. London*, t. X, p. 1.

Si pendant l'année 1876 relativement sèche, les grains d'avoine ont à peu près partout la même composition, en 1878 les différences sont excessives; les nitrates formés par les matières azotées du sol ont été entraînés par les pluies de mai; il en a été de même du nitrate de soude ajouté; le sulfate d'ammoniaque et surtout le fumier, qui ne se nutrifient que plus lentement, ont donné des grains plus riches; enfin, en 1880, la sécheresse excessive de mai a maintenu dans le sol les nitrates ajoutés et les grains d'avoine présentent une richesse exceptionnelle, excepté sur la parcelle qui a reçu le fumier qui s'est mal nitrifié. L'avoine développée après fumure de sulfate d'ammoniaque n'est pas plus riche en 1880 que celle qui s'est développée sans engrais; pendant les années sèches, le sulfate d'ammoniaque ne se nitrifie que très incomplètement.

Il n'est pas moins important d'insister sur ce point que la même variété de grain peut, suivant la fumure et aussi suivant la saison, présenter une composition qui varie dans des limites assez étendues; il est vraisemblable qu'un jour viendra où les meuniers ne se contenteront plus d'acheter le grain d'après son aspect, mais lui attribueront des prix variables avec sa composition.

P.-P. D.

Bactériologie.

Les bactéries purpurines et leurs relations avec la lumière, par M. Th. W. Engelmann[1]. — M. Engelmann a décrit, il y a quelque temps, une bactérie, à laquelle il a donné le nom de *Bacterium photometricum* et qui se distingue par sa coloration rouge et par sa sensibilité à la lumière. La faible quantité de cet organisme dont il disposait alors l'a empêché de pousser, aussi loin qu'il aurait voulu, les investigations physiologiques qui s'imposaient en quelque sorte à l'observateur; mais depuis, il a reçu de divers côtés des organismes analogues, colorés en rouge, de sorte qu'il a pu enfin reprendre le fil de ses recherches. Tous ces organismes appartiennent à cette catégorie de bactéries qui décomposent l'hydrogène sulfuré en déposant du soufre dans leurs cellules, ce qui ne veut par dire, bien entendu, que tous les êtres sulfurés sont colorés en rouge, ni que la propriété de réagir à la lumière dépend de la présence du soufre. Quant à ce dernier point, la comparaison entre le *Beggiatox alba*, par exemple, et ses congénères colorés, montre que la matière colorante joue ici le rôle capital.

Toutes ces petites bactéries se meuvent à la lumière, soit en rampant comme les *beggiatox* qui sont filiformes, soit en se déplaçant librement et en tournant autour d'elles-mêmes, grâce à des cils vibratiles. A l'obscurité, elles ne tardent pas à s'arrêter pour reprendre leur mouvement peu de temps après que la lumière, même faible, les frappe de nouveau. Ni l'arrêt ni la reprise du mouvement ne sont instantanés; il semble que sous l'influence de la lumière il se produit une substance qui entretient le mouvement et que ce n'est pas la lumière par elle-même qui le provoque. Ce qui le prouve, c'est que l'insolation prolongée finit par produire le repos, tandis que l'obscurité succédant à cette insolation ramène les mouvements.

1. *Bot. Zeit.*, 1888, n°s 42-45. — L'auteur a donné une traduction française de son intéressant mémoire.

Il est bon d'ajouter que ces phénomènes sont loin d'être tout à fait constants. L'un des plus constants c'est un brusque mouvement de recul, « mouvement de frayeur », qui s'accuse dès qu'on diminue brusquement l'intensité de la source lumineuse. Aussitôt que ce mouvement est exécuté, l'organisme recommence à avancer et continue dans cette direction quand on augmente l'intensité de la lumière. A part les prédispositions individuelles, à part encore une certaine fatigue lorsque l'expérience est répétée plusieurs fois de suite dans un court intervalle, la sensibilité des organismes est plus grande lorsqu'ils plongent dans un milieu peu oxygéné que dans une goutte d'eau bien aérée. Le mouvement en avant s'accélère généralement lorsque l'intensité de l'éclairage augmente subitement. Il résulte de ces faits qu'un endroit très éclairé et nettement circonscrit agit sur les bactéries purpurines à la manière d'une souricière. Les organismes y pénètrent aisément puisque l'accroissement de l'éclairage ne fait qu'accélérer le mouvement en avant, mais ils ne peuvent pas fuir puisque la diminution brusque de l'éclairage occasionne un mouvement de recul.

La goutte d'eau étant soigneusement mise à l'abri de l'air par un mastiquage convenable, le point éclairé restant indéfiniment à la même place, les bactéries ne tardent pas au bout de quelques minutes, de quelques heures, de quelques jours, à passer à l'état de repos; on peut alors les fixer dans cette position en passant la préparation dans une flamme de gaz; on peut les teindre avec le violet de méthyle, l'éosine, la safranine et obtenir ainsi des « bactériogrammes » d'autant plus surprenants qu'on peut leur donner aisément des formes variées, croix, chiffres ou lettres. Des différences individuelles très appréciables se font reconnaître dans ces phénomènes; il y a des individus nerveux, des individus apathiques qui, tout en réagissant dans le même sens, le font avec une vigueur très différente.

Tels sont, en résumé, les faits relatifs à l'intensité de la lumière; voyons maintenant comment ces organismes se comportent vis-à-vis de lumières de qualité différente.

Non seulement toutes les bactéries purpurines distinguent, de l'obscurité, les rayons du spectre visibles à l'œil humain, mais elles sont particulièrement impressionnées par les rayons ultra-rouges. Si on les met en présence d'un spectre microscopique, elles s'accumulent principalement dans l'ultra-rouge entre λ 0.90 et λ 0.80 μ, ensuite dans une zone étroite de jaune orangé entre λ 0.61 et λ 0.58, beaucoup moins dans le vert entre λ 0.55 et λ 0.52 et dans le bleu-violet, le moins dans le rouge entre λ 0.61 et λ 0.75, dans l'ultra-rouge au delà de λ 1.0 μ et dans l'ultra-violet. Comme ici encore les bactéries finissent par passer à l'état de repos, on peut obtenir, en les tuant, de véritables « bactériospectrogrammes », représentant un spectre d'absorption figuré par les bactéries elles-mêmes. En quelques minutes, le *Bacterium photometricum* dessine un de ces spectres assez grand pour être observé à l'œil nu, de un centimètre de longueur par exemple. Ces préparations montrent à première vue que le spectrogramme, du moins, en ce qui concerne les rayons visibles, coïncide avec le spectre d'absorption de la bactério-purpurine et des mesures exactes confirment pleinement ce fait.

Cependant, si on compare ces effets de la lumière à ceux qu'on observe dans

les éléments percepteurs de l'œil, on tombe sur des divergences remarquables; nous avons affaire ici à une proportionnalité directe entre l'énergie de l'excitation et la réaction de l'organe, proportionnalité qui n'existe pas dans les phénomènes d'excitation proprement dite[1].

Seul, ce mouvement « de frayeur », dont il a été question plus haut, rappelle les réactions compliquées du système nerveux des animaux supérieurs; mais ce n'est peut-être qu'une apparence. En effet on peut provoquer les mêmes inconvénients « de frayeur » en augmentant brusquement la pression de l'acide carbonique.

Il est possible que l'obscurité subite en abaissant les phénomènes réducteurs amène l'accumulation des produits du travail oxydant et en première ligne de l'acide carbonique, et cette accumulation peut agir comme elle agit sur les centres de l'appareil de respiration des animaux.

En revanche, cette particularité à part, la large proportionnalité entre l'absorption des rayons lumineux et leur action « photokimétique » semble nous conduire à des phénomènes analogues à la décomposition de l'acide carbonique par les plantes vertes (ou autrement colorées) exposées à la lumière.

M. Engelmann avait déjà essayé de mettre en évidence un dégagement d'oxygène par les bactéries purpurines, mais sans succès. Il a été plus heureux cette fois. On se rappelle la méthode des bactéries imaginées par l'ingénieux savant hollandais[2]. Il se trouve que les bactéries qu'il emploie ordinairement ne sont pas assez sensibles pour le cas qui nous occupe; il a donc eu recours à des organismes plus sensibles, qu'il est inutile d'énumérer. Il est donc démontré que la bactério-purpurine est une chromophylle comme les autres (comme la chlorophylle), qui transforme l'énergie « actuelle » de la lumière absorbée en énergie « potentielle » ou chimique.

Ceci démontré qualitativement, il était indiqué de rechercher s'il existe ici, comme pour la chlorophylle, une relation quantitative entre l'absorption des rayons différemment colorés et l'effet assimilateur. Or, cette relation existe : la lumière agit d'autant plus énergiquement sur le dégagement d'oxygène qu'elle est mieux absorbée par la bactério-purpurine.

Le pouvoir de dégager de l'oxygène à la lumière n'appartient donc pas en propre à une matière colorante particulière, Dans le cas particulier de la bactério-purpurine, les rayons obscurs ultra-rouges servent à l'assimilation et sont même les plus utiles. Cela fait penser aux Oscillariées et congénères qui présentent les colorations les plus diverses, depuis l'incolore jusqu'au noir par

1. C'est précisément l'absence de cette proportionnalité qui a servi à définir les phénomènes d'excitation. Quand une machine locomotive hisse un train de chemin de fer jusqu'au sommet d'une rampe, il y a proportion entre l'effort et le travail effectué. Le train étant encore au bas de la côte, si le mécanicien veut mettre la machine en marche, il ouvre le régulateur et, par ce travail minime, il met en action une force qui dormait dans les flancs de la machine et qui est hors de proportion avec le travail de l'homme. Dans le premier cas nous avons quelque chose de comparable à ce qui se passe pour nos bactéries, dans le second nous voyons au contraire le critère des phénomènes d'excitation, tels qu'on les observe sur les muscles, les organes des sens, etc.

2. *Ann. agron.*, tome VIII, p. 461-463; tome IX, p. 78.

le gris, le jaune, le vert, le bleu, et chez lesquelles la matière colorante est également répandue dans la masse du protoplasma au lieu d'être attachée à des plastides (chromatophores) comme chez les autres végétaux.

Il n'est plus étonnant dès lors que des êtres incolores puissent décomposer l'acide carbonique à la lumière. Bien plus; il paraît bien indifférent que la source de chaleur obscure se trouve au dehors de l'organisme ou au dedans, et la chaleur devenue libre par le travail d'oxydation peut fort bien n'être pas perdue pour l'organisme et servir à accomplir un travail de réduction. Que la quantité de calorique mise à la disposition de l'organisme de cette façon soit minime à côté de celle qu'il reçoit du dehors, personne n'en doutera, mais la source étant très près, toute cette chaleur est intégralement absorbée. Nous avons d'ailleurs sur ces choses compliquées des idées bien étroites. Un oiseau qui vit dans les étendues glacées de la Sibérie parvient à entretenir dans son corps une température de plus de 40 degrés. Or, la quantité de calorique qui équilibre les pertes considérables est fournie par un petit volume d'organes, les muscles et les glandes surtout, et dans ceux-ci, par une partie des éléments figurés. Ceux-ci, à leur tour, renferment 70-90 p. 100 d'eau, tandis que le reste contient encore des substances, comme l'albumine qui, selon nos connaissances actuelles, ne prennent aucune part au dégagement de la chaleur. Ce travail est donc dévolu à un très petit nombre de molécules, à une très faible partie de la masse du corps qui du reste ne fonctionne pas tout entière en même temps. Qui sait? peut-être la petitesse et l'écartement des particules thermogènes nous empêchent-ils seuls de les voir luire à l'obscurité!

On peut comparer un tel organisme à une grande maison divisée en un grand nombre de chambres et qui est chauffée à une température constante de 60 degrés par des poêles, disposés dans quelques-unes des chambres et allumés alternativement les uns après les autres. La température de chacun des fourneaux allumés est assurément très élevée. Pour quelle raison la chaleur qui s'en dégage ne serait-elle pas propre à effectuer une synthèse chimique? Personne n'ignore aujourd'hui que, chez les animaux comme chez les plantes, le travail de synthèse accompagne celui d'oxydation, puisque cette consistance a été positivement démontrée pour un grand nombre de cas très variés. D'après Oflüger la plante est en quelque sorte un animal qui a remarquablement développé les organes de la synthèse[1].

Tout récemment MM. F. Hueppe[2] et Heræus ont montré que certaines bactéries végétant à l'obscurité fabriquent un hydrate de carbone très voisin de la cellulose à l'aide du carbonate d'ammoniaque qu'on leur offre.

Nos bactéries purpurines représentent le passage entre les organismes autophystes incolores travaillant à l'obscurité et les plantes vertes qui ne peuvent assimiler à la lumière. Elles sont encore intermédiaires sous un autre rap-

1. Cette phrase que nous traduisons textuellement sans remonter à la source (*Archiv f. d. gessammte Physiologie*, X, 1875, p. 305) est une hérésie quand on la considère telle que. Il est clair que la plante assimilatrice de carbone a dû précéder tout autre organisme, puisque tout ce qui ne prend pas le carbone directement dans l'atmosphère en est réduit à emprunter les matières organiques aux « autophytes ».

2. *Tageblatt der Naturforscherversammlung zu Wiesbaden*, sept. 1887.

port : la plante verte dégage des quantités très notables d'oxygène ; les bactéries incolores de H. Hüppe au contraire n'en dégagent point, parce que l'oxygène devenu libre est immédiatement employé à transformer l'ammoniaque en acide nitrique. Nos bactéries rouges émettent de l'oxygène, mais en quantité beaucoup plus faible que les plantes vertes, et encore le cas peut-il se présenter où aucune trace visible d'oxygène libre n'apparaît au dehors de l'organisme. Il règne sous ce rapport une inconstance qu'il n'est peut-être pas difficile d'expliquer. Nous avons dit en effet que ces bactéries accumulent dans leurs cellules du soufre libre. Déjà M. Winogradsky a constaté qu'elles oxydent ce soufre en sulfates tantôt très vite et en grande quantité, tantôt très lentement et en petite quantité. Un *Monas akeni* ou un *Ophidomonas sanguinea* renfermant 80 p. 100 de soufre et au delà peut, en quelques heures, perdre cette énorme proportion de soufre. Il est clair qu'un organisme dépourvu de soufre ou momentanément débarrassé de son dépôt de soufre aura plus d'oxygène libre à sa disposition qu'un autre qui emploie immédiatement ce gaz. A cela vient s'ajouter l'inégalité provenant de la quantité plus ou moins grande, parfois très faible, de bactério-purpurine attachée au protoplasme.

VESQUE.

Physiologie végétale.

Sur les phénomènes d'oxydation dans les cellules vivantes, par M. PFEFFER [1]. — L'auteur se propose de chercher, dans la cellule vivante, des réactions directement visibles qui seraient la suite d'un phénomène d'oxydation. Il a constaté que l'eau oxygénée, à un degré de dilution suffisant, pénètre à travers le protoplasma dans le suc cellulaire sans compromettre la vie de la cellule, dans laquelle les courants protoplasmiques continuent sans interruption. Les jeunes racines et la tige de la fève, traitées par l'eau oxygénée, lavées ensuite, continuent à s'accroître normalement.

Si l'on plonge les racines de la fève dans de l'eau oxygénée contenant 0.1-1 p. 100 de bioxyde d'hydrogène, on les voit prendre rapidement une coloration brun rouge, qui provient de ce que le chromogène (matière chromogène) contenu dans le suc cellulaire s'oxyde. Les poils radicaux du *Trianæa bogotensis* réagissent de la même manière dans une solution qui ne renferme que 0.01 p. 100 de bioxyde. Par contre, les poils des étamines de *Tradescantia* dont le suc cellulaire tient en solution une matière colorante bleue se décolorent dans l'eau oxygénée, parce que la matière colorante s'oxyde.

On comprend aisément l'intérêt de ces expériences si simples. Si l'eau oxygénée produit de tels changements dans le suc cellulaire, il est clair qu'il ne peut pas y en avoir normalement dans ces cellules, contrairement à ce qui avait été avancé dans ces derniers temps [2]. Il ne saurait y exister à plus forte

1. *Beiträge zur Kenntniss der Oxydationsvorgänge in lebenden Zellen, Abhandl. d. K. Sächsisch. Gesellsch. d. Wissensch.*, XV, p. 375-518.

Résumé de ce travail : *Ueber Oxydationsvorgänge, etc. Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch.*, VII, p. 82-89.

2. M. Hoppe-Seyler avait supposé que la réduction des sels d'argent pouvait être attribuée au bioxyde d'hydrogène existant normalement dans les cellules.

raison des oxydants plus énergiques, l'ozone qui d'ailleurs tue les cellule même à l'état de dilution extrême ou l'oxygène atomique.

Quelques précautions sont d'ailleurs nécessaires si l'on veut obtenir des résultats irréprochables. On peut se contenter de placer l'objet dans une goutte du liquide et de le recouvrir d'une lamelle mince, mais à la condition de renouveler l'eau oxygénée, surtout lorsqu'elle est très étendue, pour qu'une quantité suffisante de bioxyde d'hydrogène soit disponible ; il faut ensuite se méfier de la décomposition de ce corps et s'assurer s'il existe toujours dans le réactif, à l'aide de l'empois d'amidon légèrement acidulé et additionné d'iodure de potassium et d'une trace de sulfate de fer. La dose de bioxyde d'hydrogène varie selon la nature de l'objet. Pour les poils radicaux qui sont très perméables, on se contentera d'une solution à 0.01 - 1. p. 100, afin d'éviter une action nocive qu'on pourrait du reste suspendre par des lavages aussitôt qu'elle se présenterait. Quand il s'agit d'une membrane cutinisée, la pénétration est très lente; il vaudra mieux employer dans ce cas des solutions concentrées agissant pendant un temps très court que des solutions étendues, agissant pendant longtemps ; il faut que le résultat attendu soit obtenu au bout de dix à quinze minutes.

Quant au dosage du bioxyde d'hydrogène, on y a procédé en acidulant d'abord le liquide avec l'acide sulfurique et en titrant à l'aide d'une solution normale de permanganate de potasse au dixième.

Des expériences analogues ont été faites sur un certain nombre de plantes différentes.

Il est à noter que l'eau oxygénée ne colore pas toujours ou respectivement ne décolore pas toujours le suc cellulaire, même chez des plantes qui prennent une coloration foncée à la mort, telles que le *Monotropa*. Dans la fève, les cellules de la moelle des tiges et celles du parenchyme cortical, qui noircissent après la mort, ne se colorient pas par l'eau oxygénée, tandis que l'épiderme de la tige et l'assise sous-épidermique se colorent fortement. Ces différences proviennent de ce que l'action oxydante de l'eau oxygénée est exagérée par la présence de différentes matières. Une même substance peut être oxydée dans une cellule, rester au contraire intacte dans une autre; ainsi, par exemple, l'indigo ou le bleu de méthylène ne sont décolorés par l'eau oxygénée qu'en présence d'une trace de fer.

Les colorations ou les décolorations obtenues de cette manière se conservent pendant des semaines. Il n'y a donc ni réduction ni reformation de la matière colorante (*Tradescantia*) ou de la matière colorable (*Faba*).

Nous avons dit plus haut que ces expériences prouvent l'absence, dans les cellules vivantes, d'eau oyygénée, d'ozone et d'oxygène atomique. Cela n'est pas absolument exact pour l'oxygène activé qui peut naître dans le sein du protoplasma et y être consommé aussitôt sans parvenir jusqu'au suc cellulaire. M. Pfeffer a heureusement comblé cette lacune en faisant absorber aux poils radicaux du *Trianœa* de la cyanine (bleu de chinolbine) offerte à l'état très dilué. Cette matière colorante s'accumule dans le protoplasma sans nuire le moins du monde à son mouvement de rotation; elle est immédiatement détruite par l'eau oxygénée, mais ne se décolore pas spontanément. Il est évident que la très faible quantité de ce corps serait aussitôt détruite si l'oxy-

dation respiratoire pouvait porter sur elle. Une cellule respirant normalement dégage, en effet, 6 p. 100 de son propre poids en acide carbonique et ce gaz ne prend cependant naissance que dans le corps protoplasmique, c'est-à-dire dans une petite fraction du volume de la cellule.

Si, malgré la présence de l'oxygène moléculaire, des chromogènes peuvent se conserver intacts à l'intérieur de la cellule pour se colorer après la mort, cela prouve que les chromogènes ne peuvent dédoubler la molécule d'oxygène dans les conditions qui leur sont offertes; l'expérience a montré de plus que souvent même l'eau oxygénée ne parvient pas à les oxyder. La cause doit en être recherchée dans la séparation, ou mieux dans la localisation de différents corps qui ne se mêlent qu'après la mort. Ce serait donc un phénomène analogue à celui que nous offrent les amandes amères dont l'amygdaline ne se dédouble que lorsqu'on écrase les tissus. Il en est encore de même pour le suc du *Boletus luridus* qui bleuit au contact de l'oxygène passif, non par lui-même, mais seulement lorsqu'on y ajoute certains sucs végétaux.

D'une manière générale les sucs exprimés d'un grand nombre de plantes jouissent de la propriété d'activer l'oxygène moléculaire et de se colorer; si le même phénomène ne se produit pas dans la cellule intacte, c'est que le jus exprimé renferme à l'état de mélange des substances qui sont maintenues séparées dans la cellule.

Faisons enfin remarquer que l'oxygène provenant de la décomposition de l'acide carbonique à la lumière n'est pas activé. S'il l'était, il devrait teindre le suc cellulaire des cellules vertes de la sève et même celui des cellules voisines. Mais voici en outre une expérience qui le démontre directement : on fait végéter au soleil des spirogynes dans une solution étendue d'indigo additionnée d'un sel de fer ou dans une solution étendue d'iodure de potassium-amidon ; ces algues dégagent de l'oxygène en abondance, mais il ne se produit aucun indice d'oxydation dans le liquide ambiant, ni décoloration pour le premier, ni coloration pour le second.

Il est à prévoir que ces recherches aideront à résoudre le problème de la respiration. VESQUE.

Critique des travaux de Lœw et Bokormy sur la réduction de l'argent par la cellule végétale, par M. PFEFFER[1]. — Nous avons reproduit ici même les résumés des diverses publications de MM. Lœw et Bokormy qui s'étagent depuis 1881 jusqu'à ce jour. Ayant observé que la cellule végétale réduit la nitrate d'argent ammoniacal très dilué, ces auteurs ont érigé sur ce fait toute une théorie qui n'aspire à rien moins qu'à faire de cette solution un véritable réactif de la vie, ou, en d'autres termes, distinguer l'albumine « active » de la cellule vivante de l'albumine passive de la cellule morte. L'albumine active serait dans un état d'équilibre instable et se signalerait surtout par la présence de groupes aldéhydes. Rapprochés de la découverte d'aldéhydes dans le produit de la distillation des plantes avec de l'eau, produit qui paraît également renfermer des aldéhydes (Reinke) et de l'alcool méthylique (Maquenne) et d'un autre côté des théories de Berthelot et de Bæyer (aldéhyde formique,

1. *Flora*, 1889, pp. 46-54.

CH^2O), les travaux des deux auteurs allemands devaient éveiller au plus haut degré l'attention des chimistes et des physiologistes et appeler le contrôle des savants compétents.

Déjà en 1882, M. Baussmann[1] émet des doutes sérieux sur la légitimité des conclusions de MM. Lœw et Bokormy; le nitrate d'argent est en effet réduit pour une foule de corps différents; il n'est donc nullement permis de construire, sur le papier, un corps hypothétique qui donnerait cette réaction dans le plasma vivant.

M. Pfeffer envisage aujourd'hui le côté physiologique du même thème et vient nous démontrer que la base même sur laquelle repose tout le système n'est qu'une erreur.

Si la réduction du nitrate d'argent était la preuve de l'existence de l'albumine active, il faudrait qu'elle se produisît dans les cellules vivantes et cessât de se produire au moment de la mort de la cellule. Or, il n'en est nullement ainsi. De nombreuses plantes n'ont pas donné la réaction entre les mains mêmes de MM. Lœw et Bokormy qui admettent dans ces cas que le nitrate a tué les cellules. Dans d'autres expériences l'ébullition n'a pas empêché la réduction : les cellules de *Spirogyra*, objet dont ces auteurs se servent de préférence, ne réduisent le sel que longtemps après la mort. Tout bien considéré, il ne leur resterait, comme dernier appui, que cette circonstance que très souvent les cellules mortes sont incapables de précipiter de l'argent métallique alors que la réaction se fait dans les mêmes cellules vivantes. On voit que cet appui manque de solidité. Le protoplasma mort ne s'oppose pas, comme le protoplasma vivant, à l'examen des principes dissous dans le suc cellulaire. Si on admet que la réduction de l'argent est due, non à l'albumine active, mais à quelque principe contenu dans ce suc, il est facile de prévoir que la réduction fera défaut dans la cellule morte parce que le principe réducteur s'est diffusé dans l'eau ambiante. C'est ainsi qu'une cellule morte ne donne plus la réaction de l'oxydule de cuivre qui décèle la présence du glucose. Inversement, il suffit de regarder de temps en temps un filament de Spirogyra placé dans la solution argentique pour voir que le noyau, les grains de chlorophylle, le corps protoplasmique présentent tous les symptômes de la mort avant que la réduction de l'argent commence.

MM. Lœw et Bokormy savent très bien que bon nombre de substances réduisent les sels d'argent ; ils ont fait à ce sujet des essais de laboratoire et si, après cela, ils maintiennent leur hypothèse de l'albumine active, c'est que la réaction dans le tube à essai ne se fait pas exactement de la même manière que dans la cellule végétale. Ils oublient qu'ici interviennent des facteurs qui n'existent pas dans le tube à essai, que la substance réductrice du suc cellulaire et le réactif argentique ne se trouvent réunis que très lentement pendant que la cellule meurt, que la matière gonflée peut ne pas être sans influence sur la forme et la couleur du dépôt.

Parmi les substances réductrices figure en première ligne l'acide tannique, corps très répandu dans le suc cellulaire. Si on essaye la réduction avec cet acide dans un tube à essai, on observe une coloration jaune-brun qu'on ne

1. *Pflüger's Archiv f. Physiologie*, t. XXIX, pp. 408-421.

retrouve pas dans les plantes traitées par la liqueur argentique, d'où on a conclu que la réduction obtenue dans les plantes n'est pas due à l'acide tannique, même quand la présence de ce corps aurait été constatée.

M. Pfeffer a essayé de réaliser artificiellement les conditions physiques qui se présentent dans les cellules, voici comment : un tube de verre capillaire, fermé à une extrémité, est rempli d'une solution de tannin à 1-3 p. 100, puis plongé par l'extrémité ouverte dans la gélatine à 5 p. 100. En chauffant d'abord le tube avec la main et en le laissant se refroidir dans la gélatine, on parvient à y introduire un petit bouchon qui se solidifie ; on enlève toutes les bavures de gélatine et on plonge le tube dans la solution d'argent préparée d'après les règles de MM. Lœw et Bokormy. Bientôt le bouchon de gélatine noircit. Le dépôt d'argent n'y est pas uniforme, mais dans certaines zones il est noir et finement granuleux comme celui des cellules végétales, dans d'autres brun-rougeâtre.

On peut de même rendre aux cellules mortes de Spirogyra leurs propriétés réductrices, en les imbibant de tannin.

Il semble donc bien établi que la réduction des sels d'argent par les cellules mourantes ou mortes est due à quelque matière réductrice contenue dans le suc cellulaire qui, à la mort, se diffuse à travers le protoplasma et y rencontre la solution argentique. Diverses matières, isolées ou en mélange, peuvent jouer ce rôle.

VESQUE.

Sur le courant d'eau descendant et sa signification physiologique, par M. WIESNER[1]. — M. Wiesner nous a montré, il y a déjà plusieurs années, que lorsqu'on plonge dans l'eau le sommet d'un rameau de vigne coupé qu'on maintient dans une situation renversée, de telle sorte que les feuilles âgées de la base se trouvent dans l'air, la jeune sommité, quoique entourée d'eau, se fane d'autant plus vite que les feuilles transpirent plus activement. Ce phénomène, qu'on pouvait d'ailleurs prévoir, peut être observé sur un grand nombre de plantes ligneuses. Les feuilles âgées, abandonnant de la vapeur d'eau à l'air ambiant, cherchent à couvrir leurs pertes en enlevant de l'eau à la sommité submergée, et cela en telle quantité que l'eau absorbée est loin de rétablir la turgescence : de là fanaison.

Il n'est pas douteux que le courant descendant qui se produit de cette manière ne se réalise dans maintes circonstances, notamment, comme l'auteur l'avait déjà fait remarquer, dans l'éclosion des périanthes et, comme il le prouve maintenant, dans le développement des pousses, terminales ou axillaires.

On sait que bien des pousses ne représentent pas un axe unique, mais une succession d'axes d'ordres différents se plaçant finalement sur le prolongement les uns des autres, de manière à simuler l'axe unique. C'est ce qu'on appelle des pousses sympodiales. On considérait jusqu'à présent cette particularité comme une chose purement morphologique, transmise indéfiniment par hérédité. Si nous considérons, par exemple, un rameau de tilleul, d'orme, de hêtre,

1. *Der absteigende Wassertrom und dessen physiologische Bedeutreng, mit Rücksicht auf das Gesetz der mechanischen coïncidenz* 1889 *Organismus*. — *Bot. Zeit.*, in nos 1 et 2.

de charme, de robinier, nous le voyons d'abord se développer rapidement puis moins vite; bientôt l'extrémité semble arrêtée et ne tarde pas à se dessécher, soit directement, soit après formation d'un périderme séparateur qui naît à la limite entre la partie saine et la partie terminale condamnée. Le rameau ne pourra plus s'allonger dès lors que par un bourgeon latéral.

D'après M. Wiesner, ce fait connu depuis longtemps, n'est pas d'ordre morphologique, mais purement physiologique et en quelque sorte accidentel, quoique presque constant.

La succession sympodiale des pousses ne se rencontre que chez les plantes à feuilles alternes; elle ne se produit que lorsque les feuilles transpirent fortement et que les feuilles successives croissent vite, de sorte que celles qui suivent, c'est-à-dire les plus jeunes, sont beaucoup en retard sur leurs aînées. Il peut arriver alors que la transpiration n'est plus entretenue par l'eau venant du sol, qu'il s'établit un courant descendant des parties jeunes vers les feuilles plus âgées. Le sommet perd de l'eau d'abord en transpirant lui-même, ensuite en la cédant à la base du rameau; il se développe mal et finit par subir le sort que nous avons décrit plus haut.

On peut à volonté accélérer, retarder ou même supprimer la chute de la sommité en réglant simplement la transpiration.

Les feuilles sont-elles opposées, leur accroissement rapide peut entraîner l'épuisement de la pousse terminale et sa chute; on aura ainsi, après éclosion des deux bourgeons axillaires, une fausse dichotomie, comme chez le lilas. Ici encore, on réussit à conserver la pousse terminale en diminuant la transpiration.

M. Wiesner s'occupe ensuite de la formation du bourgeon terminal d'hiver. La tendance à sa formation commence à se faire sentir dès qu'il y a un désaccord notable entre les quantités d'eau transpirée et absorbée.

Le courant, descendant vers les feuilles inférieures bien développées, retarde de plus en plus la croissance de l'extrémité de la pousse, ce qui l'amène à former le bourgeon terminal. Il est clair que les bourgeons axillaires se forment dans les mêmes conditions. Qu'on examine de près un rameau d'épine-vinette ou de groseiller à maquereaux, on verra de suite que les rameaux sortant de l'aisselle d'une feuille transformée en épine (et par conséquent à faible transpiration) développent leurs feuilles normalement, tandis que ceux qui se trouvent dans l'aisselle des feuilles vertes ordinaires, cédant de l'eau à celles-ci, se transforment en bourgeons d'hiver axillaires.

M. Wiesner a fait de nombreuses expériences sur des pieds de vigne cultivés dans des solutions nourricières et dont les uns végétaient dans l'air sec, les autres dans l'air très humide; chez les premiers, les bourgeons axillaires se sont peu ou point développés, tandis qu'ils sont devenus tellement exubérants chez les autres, que le poids de leurs feuilles égalait presque celui des feuilles de la pousse principale.

Un grand nombre de plantes ligneuses portent des rameaux feuillés courts, et d'autres, longs. Trois pieds aussi uniformes que possible d'*Azalea*, garnis seulement de pousses courtes, ont été exposés pendant plusieurs mois aux mêmes conditions d'éclairage et de température, mais dans de l'air inégalement chargé d'humidité, le pied *a* dans l'air à 59 p. 100, *b* à 70 p. 100 e *c* à

93.5 p. 100. Les deux premiers numéros ont continué à développer les pousses courtes, le troisième numéro, au contraire, a formé des pousses longues.

De petits exemplaires du *Capsella Bursa Pastoris* munis simplement d'une rosette de feuilles radicales ont été cultivés pendant deux mois de l'été dans l'air saturé. Les rosettes se sont dissociées et les entre-nœuds nouvellement formés ont atteint une longueur de 12 millimètres.

On voit donc combien la transpiration influe sur le développement des entre-nœuds et combien il était important d'étudier les relations entre la transpiration et l'absorption de l'eau par les racines. Presque partout la forme et la structure de la plante dépendent de ces relations. Le nouveau travail de M. Wiesner en fournit de nombreux exemples nouveaux. Mais la série n'est pas close. Qui sait si la fleur elle-même n'est pas une pousse courte aux feuilles de laquelle se rattacherait, par tendance héréditaire, la formation asexuée des spores?

Nous partageons d'ailleurs l'opinion de M. Wiesner, d'après laquelle il ne faut pas à priori attribuer tout à la transpiration. Ce savant admet une loi de la coïncidence mécanique dans l'organisme. Tout phénomène, toute manifestation de la plante nous apparaît comme une unité, mais peut néanmoins prendre sa source dans des causes mécaniques (chimico-physiques) différentes, qui se combinent de la manière la plus variée dans l'organisme, mais peuvent aussi se substituer les unes aux autres, de sorte que la même manifestation peut reposer sur un mécanisme plus simple et qui n'est pas toujours le même.

Cependant cette loi ne nous paraît être que provisoire, parce que cette combinaison des causes dont parle M. Wiesner n'est peut-être pas une simple juxtaposition, mais qu'il peut exister un lien causal quelconque entre elles.

VESQUE.

Le Gérant : G. MASSON.

MOTTEROZ. — Imprimeries réunies, B, rue Mignon, 2.

RECHERCHES

SUR LES PERTES ET GAINS D'AZOTE

CONSTATÉS AU CHAMP D'EXPÉRIENCES DE GRIGNON DE 1875 A 1888

PAR

M. P.-P. DEHÉRAIN

Membre de l'Académie des sciences.

Déjà à bien des reprises différentes nous avons abordé, dans ce recueil, cet important sujet : l'intervention de l'azote atmosphérique dans la végétation[1]. Nous voulons y revenir encore aujourd'hui que les travaux de M. Berthelot en France[2], ceux de M. Hellriegel et Wilfarth en Allemagne[3], les expériences réalisées à notre laboratoire du Muséum par M. Bréal[4] éclairent d'un jour nouveau les faits constatés depuis longtemps, mais qui étaient jusqu'à présent difficiles à interpréter.

La détermination des changements de composition d'un sol en place repose sur l'analyse de ce sol à diverses époques; les procédés de dosage de l'azote sont assez rigoureux pour qu'on puisse avoir confiance dans les résultats qu'ils fournissent, mais la prise d'échantillons est plus difficile; si on opère sur des surfaces très étendues, habituellement leur manque d'homogénéité conduit à des dosages trop divergents pour qu'on en puisse déduire aucune conclusion solide. Il n'en est plus de même pour les parcelles de faible dimension, celles sur lesquelles j'ai opéré n'ont qu'un are d'étendue, et comme on le verra plus loin deux échantillons différents pris dans la même pièce fournissent généralement des nombres sinon identiques, au moins très voisins.

Les variations qu'ils ont présentées depuis 1875, à la suite des différentes cultures que les diverses parcelles ont portées, conduisent à des conclusions qu'il me paraît intéressant de placer sous les yeux du lecteur.

1. *Ann. agr.* Tome IV, p. 418. VIII, 321. XII, p. 17, *id.*, p. 97.
2. *Ann. agr.* Tome XII, p. 42. Tome XII, p. 182. L'ensemble des recherches de M. Berthelot est réuni dans le cahier de janvier 1888 et dans celui d'avril 1889 des *Annales de chimie et de physique*. Tome XIII et tome XVI.
3. *Ann. agr.* Tome XV, p. 5.
4. *Ann. agr.* Tome XIV, p. 481.

Si l'on veut essayer de mettre en comparaison les changements survenus dans la composition du sol avec les prélèvements des récoltes, on est obligé de multiplier les chiffres trouvés pour un kilogr. de terre par le poids de la terre d'une surface donnée, par exemple d'un hectare; les nombres ainsi obtenus sont purement conventionnels, car le chiffre par lequel on multiplie les nombres trouvés varie lui-même avec l'épaisseur considérée. Si le sol repose sur un sous-sol imperméable, la couche dans laquelle s'étendent les racines est nettement limitée et les calculs présentent moins d'incertitude que ceux que je puis faire au champ d'expériences de Grignon, dont l'épaisseur surpasse un mètre, où les racines s'enfoncent dans les couches profondes qui, sans doute, concourent à la nutrition des végétaux, de telle sorte que ce n'est pas seulement la couche superficielle considérée qui fournit à l'alimentation des récoltes.

Si les variations que présente la couche de terre prise jusqu'à 32 centimètres, sur laquelle ont porté les analyses, sont donc bien établies, les chiffres que représenteront les relations entre ces variations et les prélèvements des récoltes ne conduiront qu'à des indications sur le sens même du phénomène, sans pouvoir servir de base certaine à l'évaluation de la part qui revient dans l'épuisement du sol aux prélèvements des récoltes.

Nous verrons cependant que les incertitudes que nous signalons ne sont pas de nature à masquer les conséquences pratiques qu'on peut déduire de cette longue étude.

I. — Discussion des résultats d'analyse.

Comment varie, sous l'influence de diverses cultures, la teneur en azote du sol? Dans quel cas cet azote combiné tend-il à disparaître, dans quel cas, au contraire, tend-il à se fixer? Quelles sont les causes qui déterminent d'une part les pertes d'azote constatées? A quelles causes attribuer sa fixation? Telles sont les questions abordées dans cet article. Les résultats constatés s'appliquent à une bonne terre, un peu légère, souffrant plus de la sécheresse que de l'humidité, facile à travailler, très perméable; il serait très intéressant que des études analogues fussent entreprises dans les terres d'autre composition physique; la comparaison des résultats conduirait sans doute

à des conclusions importantes sur le mode particulier de fumure qu'il convient de leur appliquer.

Nous nous bornons dans ce mémoire à l'étude des variations de l'azote, et nous nous occupons surtout des parcelles cultivées sans engrais.

Les conclusions reposent sur les dosages d'azote; les échantillons analysés ont été prélevés comme suit : avec une bêche enfoncée profondément, jusqu'à ce que le fer disparaisse, on enlève une motte de terre qu'on dépose sur un linge, on répète cette opération en sept autres points de la parcelle étudiée, on mélange grossièrement cette terre à l'aide de laquelle on formera un premier échantillon, on prélève de la même façon de la terre en huit autres points, on place encore cette terre sur un autre linge, on emporte au laboratoire ces échantillons de plusieurs kilogr., ils sont desséchés à l'air libre dans une pièce où l'on ne fait aucune manipulation; après quelques jours ils sont émiettés à la main, bien mélangés et tamisés; les deux échantillons sont analysés séparément, en général, chacun deux fois; si les deux échantillons donnent des nombres quelque peu différents, on prélève comme précédemment un troisième échantillon qui est traité de la même façon, et qui fournit deux autres chiffres; la moyenne de tous ces nombres permet d'arriver à une approximation suffisante pour suivre la marche de l'azote dans le sol des diverses parcelles. On jugera au reste des divergences que donnent les analyses par l'exemple emprunté aux expériences exécutées en 1878[1] (tableau I).

Il est bien à remarquer que, pour n'être pas influencé par des idées préconçues, tous les échantillons portaient des numéros conventionnels, et que c'est seulement quand toutes les analyses ont été exécutées qu'on a vu à quelles terres les nombres se rapportaient.

Dans quatre cas sur sept, les deux échantillons prélevés ont été complètement d'accord : les trois nombres de la parcelle **38** sont identiques; ceux de la parcelle **43** sont très voisins, ainsi que ceux de **32**, enfin les six analyses de la parcelle **35** sont aussi comprises entre des limites assez étroites; il y a de grandes divergences pour la parcelle **48** et aussi pour la parcelle **38**, nous n'y insistons pas, ces parcelles n'étant pas en discussion dans ce travail, mais, au

1. *Ann. agr.* Tome IV, p. 418.

contraire, nous appuirons sur la parcelle 37 dont le dosage est particulièrement intéressant.

Un premier échantillon a donné 1.61, 1.68 d'azote par kilogr., un second 1.72 et 1.74; la divergence étant considérable, on a repris un troisième échantillon qui a donné deux fois 1.64; il est manifeste que ce dosage était bien d'accord avec ceux qu'avait fournis l'analyse du premier échantillon puisque la moyenne est de 1.645.

TABLEAU I. — AZOTE CONTENU DANS UN KILOGR. DES TERRES DE DIVERSES PARCELLES DU CHAMP D'EXPÉRIENCES 1878.

PARCELLE n° 37 Toujours sans engrais.	PARCELLE n° 38 Azotate de soude 400 kil. chaque année.	PARCELLE n° 42 Azotate de soude 1,200 kil. en 1875-76-1877.	PARCELLE n° 43 Sulfate d'ammon. 400 kil. chaque année.	PARCELLE n° 48 Sulfate d'ammon. 12,000 kil. en 1875-76-1877.	PARCELLE n° 32 20,000 kil. de fumier chaque année.	PARCELLE n° 32 80,000 kil. de fumier en 1875-76-1877.
gr 1.61	gr 1.68	gr 1.86	gr 1.68	gr 1.96	gr 1.94	gr 2.02
1.68	1.68	1.86	1.70	1.92	1.92	2.04
1.72	1.68	1.80	1.69	1.83	1.93	2.02
1.74		1.72		1.80		2.02
1.64		1.74				1.99
1.64						
Moyenne 1.67	Moyenne 1.68	Moyenne 1.79	Moyenne 1.69	Moyenne 1.80	Moyenne 1.93	Moyenne 2.01

Cette terre semble donc renfermer seulement 1gr64 d'azote; si on fait entrer cependant dans la moyenne les deux chiffres du second échantillon, on trouve 1.67 comme moyenne générale; l'incertitude est donc de 0gr03; cette approximation est suffisante pour indiquer le sens du phénomène, seule conclusion que nous cherchions dans ce travail, car en déterminant dans quelles conditions la terre s'appauvrit, dans quels cas, au contraire, elle gagne de l'azote, nous pourrons en tirer des indications utiles à la pratique agricole.

Si on veut aller plus loin et passer à la teneur du sol d'un hectare qui, jusqu'à la profondeur considérée, pèse 3,850 tonnes, on voit que pour 1 gramme d'azote par kilogr. on aura 3,850 kilogr. à l'hectare; une incertitude de 0gr1 donnerait une indécision de

385 kilogr. et, de $0^{gr}01$, de $38^{k}5$. Dans le cas considéré plus haut, l'indécision est de $0^{gr}03$ ou de $38^{k}5 \times 3 = 115^{k}5$; par suite, lorsque les chiffres à l'hectare ne différeront que d'une centaine de kilos, il sera sage de n'en tirer aucune conclusion.

II. — Modifications survenues dans le sol des parcelles cultivées sans engrais de 1875 à 1878.

A l'origine des essais, en 1875, le sol du champ d'expériences renfermait d'après plusieurs analyses concordantes $2^{gr}04$ d'azote par kilogramme. Ce chiffre ne présente en lui-même rien d'exceptionnel, il reproduit presque exactement les dosages effectués sur une terre tout à fait voisine, celle des 26 arpents, pour lesquels deux dosages concordants avaient donné, quelques années auparavant, $2^{gr}02$ et $2^{gr}04$.

Au reste, la terre sortait de luzerne; il n'est donc pas extraordinaire que sa teneur en azote fût élevée.

Parcelle 37. — De 1875 à 1878 toutes les récoltes furent pesées, quelques-unes analysées, et on peut calculer, sauf les réserves faites plus haut, la quantité d'azote prélevée; si nous bornons nos investigations aux parcelles cultivées sans engrais, nous arrivons aux résultats suivants : la terre cultivée sans engrais a perdu une quantité considérable d'azote, la teneur primitive étant de 2.04, la teneur en 1878 de $1^{gr}67$, on voit que la perte a été par kilogr. de 2.04 — 1.67 = 0.37 ou 18 pour 100 de la quantité primitive, c'est-à-dire tout près d'un cinquième. Cette perte est-elle réelle ? Ne peut-on pas craindre que les chiffres sur lesquels elle repose soient entachés de quelque inexactitude ?

Si ce chiffre était isolé, on pourrait le penser; mais la même perte s'est produite sur plusieurs autres parcelles : en 1879, on a pris des échantillons sur la parcelle 5 cultivée en betteraves en 1875, 76 et 77 et en maïs fourrage en 1878, or ces dosages accusent dans le sol une teneur de $1^{gr}462$, la différence est donc encore plus forte que la précédente. Toutefois le point de départ est toujours $2^{gr}04$, déterminé à l'origine des essais, et si ce nombre lui-même était fautif, les conclusions précédentes tomberaient.

Il convient donc de citer un autre exemple dans lequel le chiffre de 1875 soit éliminé; en 1881, on a repris des échantillons sur la parcelle 35 dont la teneur en azote a été établie en 1878 par

six dosages concordants, cette parcelle a été cultivée sans engrais, pendant ces trois ans; or, de 2gr 01 d'azote par kilogr. trouvé en 1878, on tombe à 1gr 68 en 1881 : la perte est donc de 0gr 39 pour cet espace de temps ou de 0.194 de la quantité primitive, c'est-à-dire encore de près d'un cinquième.

La parcelle 35 a porté pendant ces quatre ans du maïs fourrage, dont les prélèvements ne peuvent être comparés aux quantités d'azote disparues.

L'exemple suivant fournit encore des résultats dans le même sens : en 1878 la parcelle 19, cultivée en pommes de terre, qui avait été fortement fumée les années précédentes, renfermait 2gr 08 d'azote par kilogr.; à cette époque on cessa la distribution des engrais, on continua la culture des pommes de terre en 1878 et en 1879, puis on la remplaça toujours sans engrais par du blé en 1880 et en 1881; quand, à l'automne de 1881, on prit des échantillons, on trouva 1.69 d'azote, la perte est donc de 0gr 39, ou de 18.7 p. 100; c'est-à-dire analogue aux précédentes; tous les chiffres constatés sont bien d'accord, ainsi qu'on peut le voir par le tableau suivant.

AZOTE PAR KILOGR. DE TERRE

Nº des parcelles.	1875.	1878.	1879.	1881.	Perte totale.	Perte annuelle.
37............	2.04	1.67	»	»	0.37	0 05
5............	»	»	1.45	»	0.59	0.11
19............	»	2.08	»	1.69	0.39	0.09
35............	»	2.01	»	1.68	0.33	0.08

Il est donc manifeste que le sol de Grignon arrivé à une haute teneur en azote dépassant 2 millièmes, cultivé sans engrais pendant trois ans, perd une quantité d'azote considérable hors de toute proportion avec les exigences des récoltes; en effet, si on admet que la couche de terre dans laquelle ont été pris les échantillons ait une profondeur de 32 centimètres et une densité de 1.2 on trouve que cette couche pèse 3,850 tonnes; si elle renferme 2 millièmes d'azote on y trouve 7,700 kilos d'azote; si, dans l'espace d'un an, elle perd le dixième de ce poids, elle perd 770 kilogrammes, or les récoltes les plus exigeantes prennent de 50 à 100 kilogrammes; il est donc manifeste que pour des terres de cette nature, les très fortes fumures azotées exposent à des pertes énormes, qu'il est utile d'éviter. J'ai trouvé, en effet, un avantage marqué à ne dis-

tribuer que des fumures modérées, mais à les renouveler fréquemment.

En remarquant que ces pertes d'azote considérables se sont produites sur un sol sortant de luzerne, ou abondamment fumé, soumis aux nombreuses façons qu'exigent les cultures du maïs, des pommes de terre et surtout des betteraves, il était naturel d'attribuer ces pertes à une oxydation rapide des matières organiques accumulées soit par les fumures, soit par la présence de la prairie.

Comment cet azote s'est-il échappé, la matière organique en s'oxydant a-t-elle donné de l'azote libre, ou bien des nitrates? C'est ce que nous ne saurions encore décider d'une façon précise; nous avons cependant exécuté une série d'expériences de nitrification, publiées ici même pendant ces dernières années et qui fournissent quelques indications utiles à rappeler.

La formation de l'acide nitrique a été étudiée dans différents sols. Or, en opérant sur une terre fertile soumise à des arrosages réguliers, on a trouvé pour une expérience qui a duré 189 jours, qu'en moyenne, une tonne de terre nitrifiait par jour $1^{gr}2$ d'azote; un hectare nitrifierait 3,850 fois plus ou $4^{kil}620$; en une année, on trouverait la quantité énorme de 1,686 kilogrammes.

Si, au lieu de prendre comme exemple cette terre fertile, nous prenons la parcelle 5 qui a été en prairie pendant de longues années et qui est comparable à la terre du champ d'expériences en 1875, quand elle sortait de luzerne, nous trouvons que les nitrates ont été longs à y apparaître; du 4 août au 3 novembre, il ne s'en est pas formé, mais ensuite la nitrification s'est produite et a donné malgré l'abaissement de température des quantités croissantes.

	Acide nitrique formé dans 100 gr. de terre.	Azote rectifié en un jour dans une tonne de terre.
		gr
19 août, 3 novembre, 76 jours.........	0.000	0.00
5 novembre, 5 décembre, 32 jours.....	0.005	0.40
5 décembre, 9 janvier, 35 jours........	0.005	0.44
9 janvier, 27 février, 49 jours.........	0.010	0.53
7 février, 12 avril, 45 jours...........	0.013	0.74

L'expérience a été interrompue à ce moment; sans chercher à savoir si la nitrification ne serait pas accélérée par la suite, nous voyons que cette terre nitrifiait à la fin de l'expérience : $0^{gr}74$ d'azote par jour, ou $2^{kil}8$ par hectare; en une année on trouverait plus de

mille kilogrammes; dans l'un et l'autre cas, on calcule des quantités d'azote nitrifié plus fortes que les pertes constatées au champ d'expériences.

Ainsi, dans le laboratoire, des terres prises dans le champ d'expériences peuvent produire des quantités de nitrates formidables, et si les conditions d'un sol en place étaient analogues à celles où ces terres ont été soumises, on comprendrait très bien comment les sols des parcelles ont pu s'appauvrir ; mais nous ne saurions trop le répéter, au laboratoire, les terres ont été régulièrement arrosées, les conditions favorables à la nitrification ont été ainsi réalisées, tandis que dans un sol en place, les périodes de sécheresse paralysent pendant un temps plus ou moins long l'activité du ferment nitrique.

Il est à remarquer toutefois que les grandes pertes d'azote ont été constatées dans des sols fortement fumés ou sortant de prairies, c'est-à-dire dans des terres où l'humus était sans doute assez abondant pour maintenir une humidité suffisante à une nitrification énergique.

En résumé, nous voyons dans la première partie de ce travail qu'une terre riche en azote s'appauvrit considérablement, que cet appauvrissement s'est produit dans ces terres soumises à des façons nombreuses qui favorisent l'action de l'air.

Nous voyons en outre que des terres présentant une richesse analogue à celle du champ d'expériences à l'origine, régulièrement arrosées, nitrifient une quantité d'azote supérieure à celle que les terres ont perdue.

On ne saurait toutefois affirmer que les terres examinées ont perdu leur azote sous forme d'acide nitrique, car la nitrification est influencée au plus haut point par l'humidité et il n'est pas certain que, dans les sols en place, cette condition favorable ait été réalisée.

III. — Modifications survenues de 1878 à 1881 et à 1888 dans les terres labourées chaque année.

Si les pertes constatées de 1875 à 1878 ou 1879, dans le sol des diverses parcelles, avaient continué à se produire, les sols précédents toujours cultivés sans engrais présenteraient aujourd'hui une stérilité absolue; il n'en a rien été, les pertes pendant cette longue période de temps ont été minimes ou même remplacées par des

gains ; voici au reste les chiffres trouvés pour les quantités d'azote, par kilogramme de terre.

Parcelles cultivées sans engrais.	1878.	1879.	1881.	1885.	1888.	1889.
	gr	gr	gr	gr	gr	gr
21.............	1.74	»	1.69	»	1.50	1.52
37.............	1.67	»	1.45	»	1.48	1.53
5.............	»	1.45	1.50	1.65	1.81	»

Nous discuterons plus loin, avec tous les détails qu'il comporte, l'enrichissement de la parcelle 5 qui a été maintenue en prairies de 1879 à 1888; nous avons inscrit cependant les chiffres relatifs à cette parcelle parce qu'il est curieux de constater que le chiffre le plus faible auquel soit tombé l'azote dans ces parcelles, chiffre compris entre 1.45 et 1.50, a été trouvé sur la parcelle 5 en 1879, après trois récoltes de betteraves et une de maïs, tandis que le même chiffre, qui représente le minimum de la teneur en azote des parcelles du champ d'expériences, a été trouvé pour la parcelle 37 qui a porté du maïs fourrage seulement en 1881, et que ce n'est enfin qu'en 1888 que cette faible teneur, annonçant que le quart de l'azote total a disparu, a été constatée pour la parcelle 21 emblavée de pommes de terre pendant cinq ans, puis en blé de 1880 à 1883, et soumise enfin à des cultures variées depuis cette époque.

Les dosages effectués sur ces parcelles montrent donc que les cultures sont bien loin de déterminer dans le sol des pertes égales : les betteraves exercent une action épuisante bien plus énergique que le maïs fourrage, et celui-ci occasionne des pertes plus rapides que les pommes de terre et le blé. Les différences ont été, au reste, constatées depuis longtemps par les cultivateurs, qui attribuent à tort aux exigences des plantes les pertes observées; elles nous paraissent devoir être attribuées bien plutôt aux façons qu'exigent ces cultures qu'aux aliments utilisés.

Si nous appliquons maintenant aux données des analyses le mode de calcul employé plus haut, si nous multiplions par 3,850 tonnes, poids de la terre d'un hectare, les quantités d'azote trouvées dans les terres, nous obtenons les nombres suivants :

AZOTE CONTENU DANS UN HECTARE DES PARCELLES CULTIVÉES SANS ENGRAIS

Parcelle.	1878.	1881.	1888.
21..............................	6.699	6.506	5.775
37..............................	6.434	5.582	5.698

Etude de la parcelle 21. — De 1878 à 1881 la parcelle 21 a perdu 6,699 — 6,506 d'azote ou seulement 193 kilos; or, pendant ce temps, elle a fourni les récoltes suivantes :

1878.	Pommes de terre	18,160 kilos à 0.0038 d'azote	= 69 kilos.
1879.	»	17,920 —	= 68
1880. Blé	grain 2,500 à 0.026 d'azote = 50.00	paille 3,725 à 0.006 » = 22.30	72.3
1881. Blé	grain 1,640 à 0.020 » = 32.80	paille 2,050 à 0.006 » = 12.30	45.1
			254.4

La teneur en azote des récoltes est donc supérieure à la perte d'azote du sol, mais comme les différences ne sont pas très considérables, nous ne pouvons en tirer d'autre conclusion que celle d'un arrêt marqué dans l'appauvrissement du sol.

De 1881 à 1888, les choses se passent autrement, la perte est considérable, elle est représentée par 6,506 — 5,775 = 731 ou 731 kilos d'azote; si nous comparons cette perte aux quantités prélevées par les récoltes, nous allons reconnaître que cette fois, les pertes du sol sont supérieures aux prélèvements des récoltes.

En effet, nous trouvons que de 1882 à 1888 le sol de la parcelle 21 a fourni aux récoltes les quantités d'azote suivantes :

RÉCOLTES OBTENUES SUR LA PARCELLE 21 CULTIVÉE SANS ENGRAIS.

			kil.
1882. — Blé	Grain........	$21^{qm}.9 \times 0.02$ = azote $43^{k}.8$	= 69.6
	Paille........	$43^{qm}.0 \times 0.006$ = azote $25^{k}.8$	
1883. — Blé	Grain........	$11^{qm}.7 \times 0.02$ = azote $23^{k}.4$	= 34.8
	Paille........	$19^{qm}.0 \times 0.006$ = azote $11^{k}.4$	
1884. — Maïs fourrage.		44 tonnes = $6{,}850^{k}$ m. sèche à 1.5 d'azote	= 99
1885. — Blé	Grain.........	23×0.02 = azote 46^{k}	= 67.3
	Paille.........	35.5×0.006 = azote $21^{k}.3$	
1886. — Betteraves...		$25{,}100^{k}$ = $5{,}020^{k}$ m. sèche à 0.01 d'azote	= 50.2
1887. — Avoine	Grain.......	26.9×0.019 = azote 51.1	= 63.9
	Paille.......	32.0×0.004 = azote 12.8	
1888.	Trèfle	3,600 kilos de fourrage vert = 900 kilos de fourrage sec à 0.02 d'azote......... 18	= 76
	Maïs fourrage	36,100 à 0.15 de mat. à 0.15 d'azote 58	
			460.8

La différence est donc sensible :

Azote perdu par le sol..................................	731 kilos.
Azote utilisé par les récoltes...........................	460
Différence..	271 kilos.

Et pour la période entière :

Azote perdu par le sol de 1878 à 1888.........	731 + 193 = 924
Azote utilisé par les récoltes..................	460 + 254 = 714

Ainsi qu'il a été dit à diverses reprises, on ne peut chercher dans ces sortes de calcul que la marche des phénomènes, or il paraît incontestable que les pertes d'azote non attribuables aux récoltes sont infiniment plus faibles dans un sol appauvri par la culture que dans un sol très riche; tandis qu'au début, nous trouvions des diminutions considérables, celles que nous constatons actuellement sont minimes; en effet, nous trouvons en dix ans une perte d'azote de 934 kilos sur lesquels les récoltes en ont pris 764, il reste donc 210 kilos, ou, par an, 36 kilos, c'est-à-dire des chiffres inférieurs à ceux qui ont été donnés par MM. Berthelot, Lawes, Gilbert et Warington, pour l'azote passé à l'éclat de nitrate dans les eaux de drainage.

Ainsi qu'il a été dit plus haut, nous n'avons pas la prétention de donner des nombres qui représentent exactement les pertes d'azote, nous cherchons seulement la marche du phénomène, et nous croyons qu'on peut tirer des faits précédents cette conclusion solide : que les terres riches perdent proportionnellement une quantité d'azote bien supérieure à celle qui disparaît d'une terre appauvrie par une culture prolongée sans addition d'engrais.

Faut-il conclure de ces différences que les terres riches renferment une matière organique plus nitrifiable que les terres pauvres? C'est bien là ce que je croyais, avant d'avoir observé la façon dont la nitrification se produit dans ces terres appauvries, mais l'an dernier, j'ai reconnu que si la nitrification est un peu longue à s'établir dans la terre de la parcelle 21, elle finit cependant par y acquérir une activité remarquable.

Voici, en effet, ce qu'on a observé.

	Acide azotique formé dans 100 gr. de terre.	Azote nitrifié en un jour dans une tonne de terre.
	gr	gr
19 août-3 novembre, 76 jours............	0.007	0.23
3 novembre-5 décembre, 32 jours.......	0.005	0.40
5 décembre-9 janvier, 35 jours..........	0.007	0.52
9 janvier-27 février, 49 jours............	0.009	0.42
27 février-12 avril, 45 jours.............	0.012	0.69

Il est intéressant de constater qu'à une exception près, la nitrification a été de plus en plus active, et que si on calcule la quantité d'azote nitrifié par un hectare pendant une année, on trouve près de 1,000 kilos, c'est-à-dire une quantité énorme.

Il est donc vraisemblable que ce n'est pas parce que la matière organique contenue dans cette terre épuisée est moins nitrifiable, que les pertes d'azote ont été plus faibles pendant cette période.

Parcelle 37. — Nous avons vu plus haut que, pendant la période de 1878 à 1881, la terre de la parcelle 37 avait subi une perte sensible, mais qu'au contraire, pendant la période de 1881 à 1888, le taux de l'azote s'était relevé et atteignait 5698 kilos, chiffre voisin de celui que présentait à cette époque la parcelle 21.

Cette marche de l'azote dans les deux parcelles est irrégulière, et on pourrait supposer que le dosage de 1881 a été trop bas pour cette parcelle.

Pour éviter cette erreur possible, nous pouvons calculer les changements survenus pour la parcelle 37 pendant les dix ans écoulés de 1878 à 1888 ; nous trouvons que l'hectare a perdu 6,432—5,668 = 736 kilogr. ou 73^{kil} 6 par an.

Or pour cette parcelle nous trouvons, pour les prélèvements des récoltes, les chiffres suivants :

RÉCOLTES OBTENUES DE LA PARCELLE 37 CULTIVÉE SANS ENGRAIS DE 1878 A 1881.

		Kilos.	Azote.
1878	Maïs fourrage	61.000	137
1879	»	22.500	50
1880	»	38.400	86
1881	»	58.000	130
			403

Pendant les quatre premières années le maïs a emprunté au sol 431 kilogr.

Pendant la seconde période on a obtenu les chiffres suivants :

RÉCOLTES OBTENUES SUR LA PARCELLE 37 CULTIVÉE SANS ENGRAIS.

1882.	Maïs fourrage, 48 tonnes = 7,200 k. m. sèche à 1.5 azote			= 108
1883.	Avoine......	Grain 20.50 × 0.019..........	38.9	= 56.1
		Paille 43.00 × 0.004..........	17.2	
1888.	Sainfoin sec.	1re coupe 7,500 × 0.02........	150	= 194.6
		2e coupe 2,230 × 0.02..........	44.6	
1885.	Blé.........	Grain 22qm.6 × 0.002.........	45.2	= 65.9
		Paille 34qm.5 × 0.006.........	20.7	
1886.	Avoine......	Grain 28 × 0.019..............	53.2	= 67.6
		Paille 36 × 0.004..............	14.4	
1887.	Betteraves...	13,900 k. à 25 p. 100 de m. sèche et 1 p. 100 d'azote....... ..		= 34.7
1888.	Avoine......	Grain 31.1 à 0.019............	59.0	= 82.2
		Paille 58.0 à 0.004............	23.2	
				529.1

Pendant ces dix ans les récoltes obtenues renfermaient 529 kil. + 403 = 932, or le sol a perdu 6,434 — 5,698 = 736 ; ainsi les prélèvements des récoltes sont supérieurs aux pertes d'azote, ce qui conduit à supposer que le sol loin de perdre de l'azote, comme on l'avait vu dans les premières années, en a gagné.

Ce renversement dans le sens du phénomène est fort curieux je crois, d'autant plus qu'il s'est produit dans le sol de cette parcelle 37, qu'au printemps de 1889, on a constaté que la teneur en azote de ce sol est encore un peu plus élevée qu'elle ne l'était une année auparavant. Au lieu de 1.48 on trouve au kilogramme de terre : 1.53. Cette différence considérable se manifestant en une seule année était faite pour étonner; pour s'assurer que le chiffre trouvé n'était pas fortuit, on a repris un nouvel échantillon qui a confirmé le nombre précédent. Pendant cette saison 1888 la parcelle 37 a porté de l'avoine dans laquelle on a semé du trèfle, est-ce à cette cause qu'il faut attribuer cet enrichissement de 0.07 par kilogr. qui s'élèverait, en dehors des prélèvements des récoltes, à 289 kilogrammes par hectare? c'est ce que nous ne saurions décider.

En résumé, nous voyons que les deux terres précédentes ont été le siège de deux phénomènes absolument opposés : de 1875 à 1881, elles ont perdu des quantités notables d'azote, puis de 1881 à 1889 les pertes se sont atténuées dans l'une au point d'être à peu près représentées par les prélèvements des récoltes, tandis que pour l'autre, les pertes ont fait place à un gain manifeste.

Au début les terres étaient riches en matières organiques, elles renfermaient 2 grammes d'azote et 16 grammes environ de carbone des matières organiques; en quelques années ces richesses accumulées se sont dissipées, mais l'appauvrissement bien loin de suivre une marche continue s'est arrêté aussitôt que la teneur en azote est tombée de 1.45 à 1.50 par kilogramme. A ce moment il semble que les organismes fixateurs d'azote découverts par M. Berthelot soient entrés en jeu et aient déterminé un enrichissement suffisant pour maintenir les terres au même taux d'azote, bien que tous les ans elles aient nourri des récoltes plus ou moins abondantes, suivant que la saison a été plus ou moins favorable.

Dans une terre remuée, labourée chaque année, l'appauvrissement du début se ralentit ou même est compensé par un léger enrichissement, mais celui-ci est faible; il est au contraire considérable

dans une terre maintenue en prairie, ainsi que le montrent les résultats constatés dans le paragraphe suivant.

IV. — Modifications survenues dans le sol maintenu en prairie de 1879 à 1889.

En 1879, on avait été très frappé de la diminution de l'azote dans le sol des parcelles emblavées en betteraves pendant trois années consécutives en 1875, 76 et 77, puis en maïs fourrage en 1878. La parcelle 1 qui cependant avait reçu chaque année 20,000 kilogr. de fumier ne contenait plus en 1879 que 1.50 d'azote par kilogr., on trouvait le même chiffre dans les parcelles 3 et 4 qui avaient été fortement fumées pendant les trois premières années et étaient restées sans engrais en 1878; enfin la parcelle 5 restée toujours sans fumure ne contenait plus par kilogramme que 1.46 d'azote.

Nous avons discuté plus haut les causes auxquelles nous attribuons ces déperditions, il est inutile d'y revenir. On résolut de transformer ces parcelles en prairies pour essayer de leur faire recouvrer l'azote primitif et de donner ainsi une base positive à l'opinion généralement répandue de l'action améliorante de la prairie.

La terre fut ensemencée en sainfoin, on obtint de bonnes récoltes, particulièrement en 1880, où le sainfoin avait deux ans; en 1881 il commença à être envahi par les graminées, on le défricha après avoir pris les deux coupes, et bien qu'on sût qu'il était difficile de réussir une seconde prairie artificielle succédant immédiament à la première, on sema de nouveau du sainfoin, après avoir pris des échantillons dans différentes parcelles. Le sainfoin fournit en 1882 une récolte passable, une très forte en 1883, mais tellement mêlée de graminées, qu'on le défricha de nouveau pour convertir la terre en prairie permanente.

En 1885, on reprit de nouveaux échantillons sur divers parcelles et on procéda enfin à de nouvelles prises en 1888.

En réunissant tous ces dosages on arrive aux résultats suivants :

		PARCELLES.	
Culture des parcelles.	Année de la prise d'échantillon.	Fumier en 1875-76-1877, rien depuis.	Toujours sans engrais.
Betteraves en 1875-76-1877.	1875	2.04	2.04
Maïs fourrage en 1878.....	1879	1.50	1.46
Sainfoin en 1879-80-1881...	1881	1.65	1.50
Sainfoin en 1882-1883..... Grains graminées 1884-85.	1885	1.77	1.65
Prairie en 1886-87-88......	1888	1.98	1.81

Si l'on admet que la terre d'un hectare pèse 3,850 tonnes, on aura pour la teneur en azote du sol les chiffres suivants :

AZOTE PAR HECTARE.

	Parcelle fumée en 1875-76-1877 rien depuis.	Toujours sans engrais.
1875......	7.854	7.854
1879......	5.775 — Perte 2.079 kil.	5.621 — Perte 2.233 kil.
1881......	6.352 — Gain 577 »	5.775 — Gain 154 »
1885......	6.814 — Gain 462 »	6.352 — Gain 578 »
1888......	7.623 — Gain 809 »	6.968 — Gain 616 »

Le gain total fait par le sol de 1879 à 1888 est donc, dans un cas, de 1,848 kilogr., dans l'autre de 1,338; il est remarquable de voir qu'après dix ans le sol de la parcelle I se trouve presque rétabli à son état primitif.

.Pour connaître la quantité totale d'azote qui est entrée en jeu, il faut en outre tenir compte du prélèvement des récoltes de 1879 à 1888. On a trouvé les nombres suivants :

RÉCOLTES ET AZOTE DE 1879 A 1888.

	Parcelle fumier en 1875-76-1877 rien depuis.		Toujours sans engrais.	
	Foin sec.	Azote.	Foin sec.	Azote.
1879 Sainfoin	7.380	147	5.300	106
1880 —	10.750	215	7.915	158
1881 —	6.300	126	4.375	87
1882 —	5.100	102	4.050	81
1883 —	11.900	238	8.800	176
1884 Prairie.......	3.450	52	4.580	23
1885 —	5.700	85	5.950	74
1886 —	7.250	108	6.500	97
1887 —	5.000	75	3.900	58
1888 —	4.820	72	3.870	58
		1.210		918

En résumé la parcelle fumée à l'origine a gagné

Par le sol..	1.848 kil.
Prélèvements des récoltes..............................	1.210
Gain total...............	3.058 kil.

Et la parcelle toujours sans engrais :

Par le sol..	1.338 kil.
Prélèvements des récoltes..............................	918
Gain total...............	2.256 kil.

L'expérience ayant duré dix ans, on voit que le gain annuel en admettant qu'il ait été également réparti, ce qui est très loin de la vérité, aurait été de 306 et de 226 kilogr.

Je crois qu'en s'appuyant sur les données précédentes on peut être absolument convaincu qu'une terre maintenue en prairie s'enrichit en azote.

A quelles causes peut-on attribuer le gain constaté, c'est ce qu'il nous faut examiner.

Peut-on supposer que le fait constaté au champ d'expériences est purement local, et que s'il s'est enrichi en azote c'est à sa position qu'il le doit : que les plantes ont bénéficié des nitrates provenant des parties hautes du domaine, qui entraînés par les eaux, seraient venus s'offrir aux racines des plantes de la prairie; je ne crois pas que cette influence, si elle s'est produite, ait été décisive; en effet, on ne comprendrait pas pourquoi cette influence ne se serait pas manifestée pendant les premières années des essais, on ne comprendrait pas davantage pourquoi les autres terres labourées chaque année, étudiées précédemment, n'ont gagné que de faibles quantités d'azote; si le gain observé sur les parcelles en prairie était dû à l'apport des nitrates souterrains, le gain se serait manifesté également partout; or il n'en a rien été, c'est donc à d'autres causes qu'il faut rapporter les effets constatés.

Dans ces dernières années, ainsi que nous l'avons dit plus haut, deux faits considérables ont été mis hors de doute; d'une part, notre illustre confrère M. Berthelot a montré l'enrichissement en azote des sols pauvres par les organismes qu'ils renferment, et d'autre part, MM. Hellriegel et Wilfarth ont indiqué la méthode à employer pour obtenir à coup sûr le développement luxuriant des légumineuses dans un sol stérile, observé depuis nombre d'années par M. Georges Ville.

Nous avons donné dans le numéro de janvier des *Annales agronomiques*[1] un résumé très complet des expériences des savants physiologistes allemands, et en outre M. Breal les a reproduites avec un plein succès l'an dernier et cette année, en y ajoutant plusieurs faits d'un haut intérêt.

Il est donc probable que les microorganismes du sol ont exercé leur influence dans les expériences précédentes.

Peut être peut-on même essayer de connaître quelque chose de

1. Tome XV.

plus : pendant les dernières années de 1885 à 1888, les parcelles n'ont porté que des graminées qui ne paraissent en aucune façon bénéficier directement de l'azote de l'air; il faut que cet azote ait été fixé dans le sol et, sans doute, qu'en outre il ait été nitrifié pour pouvoir être utilisé ; or, pendant cette période, nous trouvons les chiffres suivants :

	Parcelle fumée en 1875-76-77, rien depuis. Azote gagné.		Parcelle sans engrais. Azote gagné.	
	Par le sol.	Par la plante.	Par le sol.	Par la plante.
Années 1886-87-88..	809	255	612	213

Le gain du sol surpasse de beaucoup celui qu'a fait la plante.

Ce gain total est dans un cas de $809+255=1,064$ ou, pour un an, de $\frac{1064}{3}=354$ kilogr.

Et pour l'autre parcelle, de $612+213=825$ ou, pour un an, de $\frac{825}{3}=275$ kilogr.

Est-il possible de comparer ces résultats à ceux qui ont été constatés récemment par M. Berthelot dans l'important mémoire qu'il vient de publier[1]?

M. Berthelot a exécuté un grand nombre d'expériences dans lesquelles il a observé la fixation de l'azote, qui, quelques-unes présentent des conditions analogues à celles dans lesquelles ont été observés les faits précédents.

Dans son deuxième mémoire[2], M. Berthelot étudie la fixation de l'azote sur la terre nue ; notre terre était couverte de graminées, il est vrai, mais on sait depuis longtemps, et les expériences de MM. Hellriegel et Wilfarth l'ont démontré de nouveau récemment, que les graminées ne benéficient en aucune façon de l'azote atmosphérique ; on peut donc supposer que l'azote qui a été gagné par les plantes provient du sol et que celui-ci a fait les gains indiqués plus haut; il n'est donc pas impossible de rapprocher les gains constatés au champ d'expériences de ceux qu'a signalés M. Berthelot.

Or, mon illustre confrère donne les chiffres suivants :

	Gain par hectare.
Terre de l'enclos, air libre, onze semaines..................	86
Terre de la terrasse, » »	150
Terre du parc. » »	30

1. *Ann. de Chim. et de Phys.*, 6e série, t. XVI, p. 433.
2. *Id.*, p. 453.

Si l'on suppose qu'avec l'abaissement de température de l'hiver ce travail de fixation de l'azote diminue jusqu'à devenir nul, et si l'on calcule ce qui se serait produit pendant six mois ou vingt-six semaines, on trouverait :

		Gain par hectare.
Terre de l'enclos, vingt-six semaines		203
Terre de la terrasse,	»	354
Terre du parc,	»	70.8

Chiffres qui seraient du même ordre, parfois même identiques à ceux qui ont été observés à Grignon pendant la période de 1886 à 1888.

Il est un point sur lequel il convient d'insister parce qu'il est remarquable : ce n'est pas seulement parce qu'une terre renferme une dose d'azote plus ou moins forte qu'elle s'enrichit ou s'appauvrit d'azote ; en effet, nous avons trouvé en 1885, dans les terres en prairie, $1^{gr},77$ et $1^{gr},65$ d'azote par kilo ; or ces deux terres ont continué à s'enrichir, tandis qu'en 1878, des terres qui renfermaient des quantités d'azote semblables, mais qui ont été labourées chaque année, ont perdu des quantités d'azote notables ; elles n'ont commencé à s'enrichir, et pauvrement quand elles ont été labourées, qu'au moment où elles renfermaient $1^{gr},50$ ou $1^{gr},45$ d'azote par kilo.

Si l'on attribue les mouvements en sens inverse de l'azote combiné des terres arables à des organismes, on serait tenté de croire que la terre contient des germes de deux séries différentes : les uns aptes à brûler la matière organique azotée, et à dissiper l'azote qu'elle renferme, en l'amenant soit à l'état de nitrates, soit à l'état libre, les autres, au contraire, susceptibles de fixer l'azote atmosphérique pour en constituer de la matière organique.

Les premiers entreraient en jeu dans les terres riches, bien aérées par le travail de la charrue ; les autres, au contraire, exerceraient leur activité dans les terres d'une richesse médiocre, quand bien même elles sont aérées, par les labours, mais montreraient le maximum d'énergie dans les terres maintenues en prairies.

Il nous reste enfin à examiner ce qui s'est produit pendant la durée de la culture des légumineuses où entrent en jeu les bactéries qui déterminent l'apparition des nodosités sur les racines.

Nous prendrons comme exemple les deux parcelles considérées plus haut, maintenues en légumineuses de 1879 à 1881.

Nous trouvons pour ces parcelles les chiffres suivants :

	Parcelle fumée en 1875, 76, 77, rien depuis. — Azote gagné.		Parcelle toujours sans engrais. — Azote gagné.	
	Par le sol.	Par les plantes.	Par le sol.	Par les plantes.
Années 79, 80, 81.	577	488	154[1]	351

On a donc pour une année :

192	162	51	117

Dans un cas le gain de la plante est supérieur à celui du sol[1]; dans l'autre il est presque égal ; il en était tout autrement dans le cas des graminées ; le sol s'est beaucoup plus enrichi que les plantes elles-mêmes ; il est naturel qu'il en soit ainsi puisque les légumineuses, dont les racines sont couvertes de nodosités, utilisent directement l'azote de l'air, tandis que les graminées de la prairie ne prennent que l'azote d'abord fixé dans le sol.

Comparons les résultats précédents qui donnent pour un an, pendant lequel : six mois ou vingt-six semaines sont seulement actifs.

Dans le premier cas, un gain total de.................. 354 kilos.
Et dans le second » .... 168 »

à ceux qu'a constatés M. Berthelot pour les cultures de légumineuses.

Pour la culture du trèfle, les nombres sont les suivants :

	Gain par hectare.							
Terre de l'enclos, sans abri.	11	semaines,	136	kilogr.	26	semaines,	312	kilogr.
Terre de la terrasse.......	»	»	131	»	»	»	301	»
Terre du parc.............	10	»	78	»	»	»	203	»

Pour les cultures de luzerne, les nombres de M. Berthelot, dépassent beaucoup ceux qu'on a trouvés à Grignon.

V. — Résumé et conclusion.

Un fait est donc aujourd'hui absolument démontré.

L'azote de l'air intervient dans la végétation.

1. Il est possible que le dosage de 1881 soit trop faible ; on effet le gain est seulement de 154 kilos à l'hectare pendant ces trois ans, tandis qu'il est de 578 pendant les quatre années suivantes. Dans ce dernier cas, il surpasse celui de la parcelle voisine, au lieu de lui être inférieur.

Aux anciennes expériences de M. Georges Ville, de M. Joulie, qui avaient laissé l'opinion indécise, aux observations des cultivateurs répétant que les légumineuses étaient essentiellement des plantes améliorantes, s'ajoutent actuellement les expériences de M. Berthelot, celles de MM. Hellriegel et Wilfarth, celles de M. Breal, celles enfin qu'on vient de résumer dans le présent travail, pour mettre hors de doute ce point contesté pendant si longtemps.

Ce résultat acquis ouvre un champ de recherches tout nouveau et du plus haut intérêt agricole: comment faire entrer en jeu les microbes fixateurs d'azote? Dans quelles conditions prospèrent-ils ?

Et d'autre part, comment ralentir les pertes considérables d'azote qui se produisent dans les terres riches labourées?

Ce sont là des questions qui exigent de longues recherches, en attendant qu'elles soient exécutées. Je crois pouvoir affirmer en toute certitude: la fixation de l'azote se produit dans les terres maintenues en prairies, quand bien même la richesse du sol est déjà notable; cette action continue, allant même en s'accélérant, au moins pendant quelque temps (période de 1885 à 1888), permettrait de comprendre la richesse exceptionnelle en azote des prairies permanentes, dans lesquelles Truchot et M. Joulie ont trouvé 5, 7 et 10 millièmes d'azote combiné.

Pour les terres labourées, au contraire, la fixation d'azote ne se produit qu'autant qu'elles sont appauvries; elle parait être limitée par le phénomène inverse, et dans ces terres persistent de faibles teneurs en azote combiné qui assure les maigres récoltes qu'elles fournissent sans recevoir d'engrais.

DU COMMERCE RATIONNEL DES FRUITS DE PRESSOIR

(POMMES ET POIRES)

BASÉ SUR L'ANALYSE CHIMIQUE

PAR

A. TRUELLE

Pharmacien de première classe.

Ex-interne, lauréat des hôpitaux de Paris; Lauréat de la Société nationale d'agriculture de France (Grande médaille d'or 1888); Lauréat de la Société pomologique de l'Ouest (Médaille d'or, Congrès pomologique du Havre, 1887); Officier d'académie.

AVANT-PROPOS.

Nous avons l'honneur de présenter au Congrès pomologique de Saint-Brieuc un mémoire intitulé : *Du commerce rationnel des fruits de pressoir (pommes et poires) basé sur l'analyse chimique.*

En 1876, dès le début de nos recherches pomologiques, alors que, sur le point de terminer nos études, cédant au profond intérêt que nous avons toujours porté aux vergers au milieu desquels notre jeunesse s'est écoulée, nous prenions pour sujet de notre thèse inaugurale : *Des pommes et des poires, choix, classement, commerce, basés sur l'analyse chimique*, notre attention s'était déjà arrêtée sur le *commerce* de ces fruits, et nous lui avions consacré un chapitre : Chapitre IV. *Projet de commerce des fruits à cidre basé sur l'analyse chimique*, pages 48-51, que nous terminions en disant : « Quoi qu'il en soit, convaincu de l'utilité de cette idée, nous n'hésitons pas à la proclamer le premier, et nous sommes prêt, pour la propager, à faire tout ce qui dépendra de nous, heureux si nos efforts peuvent en hâter de quelques années la réalisation. »

A ce moment, la pomologie avait à son actif les travaux de MM. Girardin, Du Breuil, de Morière, de Boutteville et Hauchecorne ; ce dernier surtout avait consacré plusieurs années consécutives à l'histoire des fruits de pressoir, il avait été l'âme des congrès pomologiques de 1864 à 1872. Aujourd'hui, nous sommes en

1888; douze ans se sont écoulés depuis notre début ; l'Association pomologique de l'Ouest a été créée, elle fonctionne depuis le 31 mars 1883, elle subventionne des concours, elle tient des congrès, où, sous la haute direction du savant M. Lechartier, professeur à la Faculté de Rennes, toutes les questions scientifiques et pratiques sont étudiées et souvent résolues, grâce au concours empressé de chimistes et de praticiens réunis pour un même but : l'intérêt général des pays cidricoles.

Or, malgré la multiplicité des travaux entrepris et des questions soulevées, le commerce des fruits n'a jamais attiré l'attention de qui que ce soit, chimiste ou praticien. Nous avons donc quelque droit de revendiquer la priorité de cette idée. Du reste, si nous avons attendu douze ans avant de reprendre cette question, c'est que nous nous étions rendu compte des difficultés qu'elle comporte et que nous savions toucher à une foule de points dont la solution est encore à trouver. Mais nous avons mis à profit ce laps de temps; nous avons accumulé matériaux sur matériaux, analyses sur analyses. Toutes les principales variétés du pays d'Auge ont passé dans notre laboratoire ; de plus, nous avons essayé de résoudre quelques-uns des problèmes qui s'y rattachent et de telle façon, que nous avons réuni en somme une quantité d'éléments suffisants pour aborder le sujet de front.

Loin de nous, cependant, la pensée de croire qu'il n'y a plus rien à ajouter au commerce de ces fruits, tel que nous l'avons compris, tel que nous avons établi son fonctionnement. Nous savons, au contraire, qu'il est incomplet, et nous travaillerons sans relâche à élucider les points qu'il importe de connaître pour l'en faire profiter; mais si l'on veut établir une comparaison entre ce qui existe actuellement et ce que nous proposons, on sera vite édifié : il n'est personne qui puisse mettre en doute l'utilité de notre projet. La seule objection, à notre avis, qui nous semble avoir quelque importance est la suivante :

Par quel moyen amener les cultivateurs, propriétaires et fermiers, à adopter le commerce rationnel des fruits de pressoir, alors qu'ils les vendent bien sans cela ?

Dans le domaine commercial, la sentimentalité n'a que faire, et il serait puéril de s'appuyer sur ce fait seul, qu'il est mieux de vendre les fruits d'après leur valeur qu'au hasard de la loi de l'offre et de la demande. Aux cultivateurs de notre époque, il faut d'autres

arguments, car ils sont, hélas, à peu près aussi routiniers que l'étaient leurs ancêtres d'il y a deux siècles. Pour nous, qui avons été élevé au milieu d'eux et qui les connaissons bien, nous tenons pour certain qu'ils ne feront rien qu'ils n'y soient forcés. Aussi, est-ce surtout à ceux qui y sont directement intéressés, aux industriels et aux brasseurs que nous nous adressons pour qu'ils leur imposent leur volonté. Nous leur disons, ne pouvant les supposer assez ennemis de leurs vrais intérêts pour s'y opposer : « Exigez des cultivateurs le commerce rationnel des fruits de pressoir; ne faites avec eux aucune transaction qu'elle n'ait pour base l'analyse chimique et vous y gagnerez d'obtenir pour un prix normal des fruits pourvus de qualité qui manquent généralement et, par suite, il vous sera plus facile de préparer avec eux des boissons meilleures dont vous retirerez un gain plus élevé. Dans tous les cas, ce qui a un intérêt absolument réel pour vous, de cette façon vous ne paierez les fruits que d'après leur valeur. »

Il va de soi que ces arguments topiques pour les brasseurs de profession les convaincront et que les cultivateurs se trouvant réduits à cette alternative, ou de ne pouvoir vendre de fruits que d'après leurs qualités ou de n'en point vendre, préféreront se résigner à l'évidence et, petit à petit, ils introduiront dans leurs vergers des espèces d'élite, ce que nous souhaitons ardemment dans l'intérêt de tous, producteurs et consommateurs. Mais à notre point de vue, il n'y a qu'un moyen à employer; c'est que tous les amis du pommier comme ceux qui en vivent concourent franchement à l'application du commerce rationnel de ses fruits.

Nous avons divisé notre travail en trois parties auxquelles nous avons ajouté un résumé et des conclusions.

La *première partie* est consacrée à nos idées générales sur la définition de ce qu'il faut entendre par valeur des fruits de pressoir et sur les moyens à employer pour la déterminer.

Elle comprend deux paragraphes :

§ I. *De la valeur des fruits de pressoir.*

§ II. *Des moyens d'exprimer leur valeur. Méthodes à employer.*

La *deuxième partie*, de beaucoup la plus importante sous le rapport scientifique, compte quatre chapitres subdivisés en plusieurs paragraphes :

Chapitre I. *De la composition de l'échantillon moyen.*

Chapitre II. *Des méthodes analytiques.*

Chapitre III. *Discussion scientifique des méthodes commerciales.*

Chapitre IV. *Des diverses influences qui peuvent produire des causes d'erreurs.*

Les deux derniers sont plus particulièrement intéressants, en ce sens qu'ils renferment : le troisième, toutes les analyses de la pulpe des deux catégories de fruits, pommes et poires. Ces analyses, sont jusqu'ici excessivement rares et ce sont même les seules que nous connaissions sur la matière. Le quatrième renferme des analyses absolument inédites, dont nous avons songé tout d'abord à faire un mémoire à part, mais que nous avons laissées cependant dans celui-ci à cause de leur étroite connexité avec le sujet. Elles ne sont qu'une partie des recherches plus étendues que nous désirons poursuivre si rien ne vient nous en empêcher.

La *troisième partie*, qui est la plus essentielle de notre travail au point de vue pratique, renferme deux chapitres :

Chapitre I. *Du commerce rationnel des fruits de pressoir.*

Chapitre II. *Des avantages et des conséquences du commerce rationnel.*

Nous avons mis en relief nos idées sur la valeur de ces fruits; nous y avons inséré les *Tables de la valeur commerciale des pommes et des poires basées sur leur formule carpoprasimétrique* pour l'unité de vente *cent kilos.* Nous avons relaté d'autre part la composition de ces formules rationnelles où nous donnons à chacun des principes contenus dans ces fruits une fraction de prix proportionnelle à son importance. Nous avons montré par ailleurs les avantages multiples qui résulteraient de l'application de ce commerce rationnel. Enfin, dans un chapitre spécial, nous avons résumé aussi succinctement que possible toutes les idées émises dans le corps de ce mémoire, ainsi que les résultats auxquels nous sommes arrivé.

Et maintenant que nous avons combattu le bon combat pour la réalisation du but que nous poursuivons depuis douze ans, nous espérons que tous nos efforts ne seront pas stériles et que ce travail nous vaudra la plus haute récompense que nous puissions envier : *la satisfaction de voir à tout jamais le choix, le classement et le commerce des fruits de pressoir basés sur l'analyse chimique.*

Trouville-sur-Mer, 1888.

PREMIÈRE PARTIE

EXPOSITION

§ 1. De la valeur des fruits de pressoir.

Le commerce rationnel des fruits de pressoir doit reposer sur leur valeur réelle. Mais qu'entend-on par valeur des fruits de pressoir? Jusqu'à présent on s'en est fort peu préoccupé, ce mot est à peu près vide de sens. Cependant, parmi les cultivateurs, ceux dont l'attention s'est exercée le plus en faveur de ces produits n'ont attaché d'importance qu'à leur conservation seule. Pour eux, sans s'appesantir le moins du monde sur ce point, les fruits n'ont qu'une valeur apparente : ils valent d'autant plus qu'ils sont plus sains. En cherchant bien, peut-être trouverait-on une petite catégorie de gens plus éclairés pour qui il existe certaines variétés de fruits dont la présence ou l'absence attire leur attention et exerce une légère influence sur leur appréciation, mais c'est l'exception. Pour la généralité, je le répète, les fruits n'ont qu'une valeur absolument apparente. Qu'est-ce donc que la valeur réelle des fruits de pressoir? C'est la somme des *éléments utiles* qu'ils renferment jointe à une conservation aussi proche que possible de l'état sain. Et ce sont précisément les fluctuations de ces principes selon les différentes variétés qui font qu'une variété est plus ou moins bonne, a une valeur plus ou moins grande, et c'est aussi pourquoi il est indispensable que, dans un *commerce rationnel,* les fruits ne se vendent pas indifféremment selon leur apparence ou les lois de l'offre et de la demande, mais bien suivant leur valeur réelle.

Et quels sont les principes qui permettent d'établir la valeur de ces fruits? L'analyse indique les suivants que je range par ordre d'importance : *Sucres, tannin, matières pectiques, acidité* qui sont absolument dosables et le *parfum* qui échappe encore à nos analyses.

Mais il ne faudrait pas croire qu'ils sont tous utiles. Si les deux premiers, les sucres et le tannin, le sont au premier chef, il n'en est pas de même du troisième, les matières pectiques, dont le rôle est, jusqu'à présent, mal défini et qui nous paraît au moins inutile lorsque leur présence atteint une proportion assez élevée. Quant à l'acidité, elle est presque toujours inutile, souvent même nuisible,

et nombre de fruits qui pourraient être tenus en assez bonne estime doivent être rejetés pour cette raison qu'ils sont trop acides.

Ceci dit succinctement, il importe d'ajouter que tous ces éléments, les bons comme les inutiles, sont sujets aux variations les plus étranges selon les variétés auxquelles on s'adresse, d'où l'urgence de posséder une méthode qui permette de s'en rendre un compte aussi exact que possible, et c'est en cela que brille l'utilité de l'*analyse chimique*.

L'analyse chimique est, en effet, le critérium le plus sûr de la valeur des fruits de pressoir; c'est elle qui permet d'étudier la quantité exacte de chacun des principes qu'il est indispensable de connaître, mais, pour grands, pour éclairés que soient les jugements qu'elle donne sur une variété, il ne faut pas cependant n'avoir recours qu'à elle : il ne faut pas se contenter dans un marché d'analyser les fruits, leur *conservation* a une importance non négligeable et il est nécessaire d'en tenir compte. Je démontrerai plus loin que, dans le cas des fruits atteints de *blessissement*, voire même d'un peu de *pourriture*, l'analyse seule pourrait faire fausse route; mais c'est là une exception, et la remarque que j'ai faite ci-dessus et que je devais faire pour rester impartial, ne diminue en rien le rôle de l'analyse chimique à laquelle on doit toujours avoir recours pour être fixé sur la valeur réelle des fruits de pressoir.

§ 2. Des moyens d'exprimer la valeur des fruits de pressoir. Méthodes à employer.

Il ressort de ce qui précède que le commerce de ces fruits devant reposer sur leur valeur réelle, il reste à indiquer les moyens de l'exprimer. Deux méthodes peuvent être mises en présence, bonnes toutes les deux. La première consiste à prendre le *moût* ou le *jus* des fruits comme base; la seconde, à opérer sur la *pulpe;* mais toutes les deux ont un but unique : faire connaître au moyen de l'analyse la quantité des différents principes utiles ou inutiles contenus dans les fruits.

Pour tout produit soumis au commerce, alors que les transactions ont lieu rapidement, il importe surtout d'avoir recours à des procédés qui joignent à une exactitude suffisante une marche expéditive; aussi, l'*achat* ou la *vente* des fruits de pressoir d'après la *densité* de leur jus est-elle *a priori* excessivement séduisante. Nous

dirons même plus : dans les premières années que nous nous sommes livré à des recherches pomologiques, séduit par la rapidité de l'opération, rapidité relative, bien entendu, nous avons longtemps essayé de la faire prévaloir et, dans cette pensée, nous avons institué un certain nombre de recherches pour nous éclairer sur sa valeur. Nous avons cherché si la densité pouvait être prise comme base sérieuse d'un commerce équitable; s'il y avait une relation exacte entre ses différentes expressions et la teneur des divers principes, les *sucres*, en particulier, contenus dans les moûts. Nous avons démontré dans un mémoire spécial[1] que la densité ne saurait être acceptée comme l'indicatrice exacte de la richesse réelle des moûts. Nous avons indiqué les relations approchées qu'elle fournit, ainsi que les moyens d'en tirer parti à l'aide des deux tables que nous avons construites à cet effet.

Ce point éclairci, nous nous sommes livré à de nombreuses recherches, à des centaines d'analyses sur la pulpe de multiples variétés, afin de savoir si elle pouvait nous donner un critérium plus exact que le moût. De ces patientes et longues études nous avons acquis la certitude que l'analyse de la pulpe conduit à des résultats plus rigoureux que ceux fournis par l'autre méthode, mais qui dépendent absolument de la composition plus ou moins judicieuse de l'*échantillon moyen*. Là est le point capital ; là réside tout l'aléa de la méthode.

Mais avant d'entrer dans de plus amples détails, il est nécessaire de dire un mot des quelques principes qu'elles ont pour but de déterminer. Les fruits de pressoir, les pommes comme les poires, comptent, ainsi que nous l'avons déjà dit, au nombre de leurs éléments constitutifs, des sucres, du tannin, des matières pectiques, des acides et un parfum.

Les sucres, interverti et saccharose, composent les éléments les plus importants des fruits, tant au point de vue du rôle qu'ils sont appelés à jouer pour le produit ultime : le *cidre*, que de l'abondance avec laquelle ils y sont généralement répandus. Du sucre dépend la quantité d'alcool qui se développera dans le moût à la suite des phases successives de la fermentation et, de tous les principes, c'est évidemment lui qui occupe le premier rang et de beaucoup.

1. *Des relations de la densité avec la richesse saccharine contenue dans les moût des fruits de pressoir (pommes et poires).*

C'est lui qui, à notre avis, représente, tout d'abord, la vraie valeur *marchande* des fruits de pressoir et c'est sur lui surtout qu'il faut établir l'*échelle* de leur *estimation*.

Immédiatement après vient le *tannin*. Sans vouloir entrer dans une digression scientifique hors de propos au sujet de ce glucoside et sans définir la classe dans laquelle on devrait le placer selon sa composition, il est loisible de dire que son rôle dans les cidres surtout est des plus efficaces; que c'est, peut-être, le meilleur des agents naturels de leur conservation et qu'il n'est pas indifférent de constater sa présence dans ces produits à un degré plus ou moins grand. Après les sucres, il est certain que la première place lui appartient sans conteste aucun et il y a lieu de lui accorder l'importance qu'il mérite en y attachant une part proportionnelle dans la valeur réelle des fruits. A ces deux éléments se borne, selon nous, la liste des principes *absolument utiles*, car les *matières pectiques* dont le rôle est si peu défini peuvent être placées dans le cas des principes à peu près indifférents. Indifférents n'est pas cependant le mot exact, car nous pensons, mais sans preuve expérimentale à l'appui, que, lorsque leur proportion s'élève à 10 ou 12 grammes par litre de moût, elles peuvent avoir une action utile en apportant une certaine onctuosité au liquide qui les renferme et même jusqu'à un certain point en agissant comme un faible agent de conservation en reculant le point de dureté des cidres. Mais, lorsqu'elles dépassent cette quantité pour atteindre 16, 18, 20 grammes et au-dessus, elles deviennent alors un élément nuisible : leur présence est la cause première de la formation de lies abondantes; elles opposent un obstacle sérieux à la clarification des moûts. En résumé, sans pouvoir trancher la question des matières pectiques dont la quantité dans le même fruit dépend de causes variables et surtout des phases successives de la maturité, nous pensons qu'il convient d'être très circonspect à leur sujet et que le mieux est encore de les classer, comme nous le faisons, dans les principes indifférents et, comme tels, nous n'y attachons aucune importance dans l'échelle de la valeur commerciale tant que leur proportion reste dans la limite que nous avons établie à 12 grammes. Au-dessus, nous les tenons pour nuisibles et nous y attachons de ce chef une diminution sur la valeur totale.

Quant à l'acidité due pour la plus grande partie à l'acide malique, nous n'hésitons pas à la traiter en ennemie et à la porter au passif

des fruits qui en contiennent une dose supérieure à deux grammes par litre de moût, au moment de leur maturité de garde.

En résumé, nous pensons que pour les pommes à brasser, étant donnés les différents principes, il y a lieu de les classer comme il suit au point de vue de leur valeur commerciale.

Éléments utiles.....	Sucre total................ vaudrait les	8/10	du prix marchand.
	Tannin (au-dessus de 1gr,99). —	1/10	
Conservation des fruits aussi près que possible de l'état sain.		1/10	—

Éléments indifférents.	Matières pectiques jusqu'à 12 grammes	N'interviennent pas dans la fixation du prix marchand.
	Tannin jusqu'à 1gr,99................	
	Acidité jusqu'à 2 grammes...........	
Éléments nuisibles...	Matières pectiques au delà de 12 gr.	Sont passibles d'une déduction de 1/10 sur le prix marchand
	Acidité au delà de deux grammes....	
	Conservation des fruits laissant à désirer.............	

Relativement aux poires qui possèdent bien les mêmes principes que ci-dessus mais répartis d'une autre façon, le tableau de leur valeur a besoin d'être modifié. En effet, le produit ultime, le poiré, a deux buts distincts : 1° ou bien il est destiné à être bu, soit comme poiré, soit comme agent falsificateur des vins blancs, voire même des vins de Champagne; 2° ou bien il doit être distillé pour produire les prétendus « Calvados » et, dans ces deux cas, il n'est pas indifférent qu'il contienne plus ou moins de tannin. Dans le premier cas, il ne faut pas que la quantité soit élevée car elle communiquerait au liquide une âpreté caractéristique et nuisible ; dans le second, elle serait utile en agissant comme un déféquant puissant : le tannin rend les poirés plus limpides et, les matières organiques étant précipitées, il n'y a plus à craindre leur altération sous l'influence d'un coup de feu ; l'eau-de-vie y gagnera en finesse. Voilà donc deux points de vue différents.

Les matières pectiques qui ne se trouvent jamais à une dose élevée dans les moûts de poires doivent être recherchées dans le cas des poirés destinés à la boisson. Leur action est utile pour contrebalancer l'influence parfois trop sensible du tannin. Pour ceux qui doivent être distillés, elle est indifférente. Quant à l'acidité, pour qu'elle soit nuisible son titre doit être relevé et porté à 4 grammes par litre de moût ; mais il n'y a que pour les poirés du premier cas que cela a une réelle importance. Un point qui en revêt beaucoup plus, c'est la conservation de ces fruits. Par suite

de la composition différente de leur pulpe beaucoup plus aqueuse, un grand nombre de variétés passent très rapidement de l'état sain au blessissement et à la pourriture. C'est pour cette raison que les poires, en général, ne sont guère, à bien parler, l'objet d'un commerce suivi et il n'y a que celles qui peuvent précisément supporter la garde qui soient susceptibles de transactions commerciales. On voit donc par tout ce qui précède que le tableau de la valeur des poires doit être non seulement différent de celui des pommes, mais encore sectionné en deux parties en raison du but final auquel on les destine.

A. POUR LES POIRES DESTINÉES A DONNER DES POIRÉS RÉSERVÉS POUR LA CONSOMMATION

Éléments utiles......	Sucre total...............	composerait les 7/10	du prix marchand.
	Tannin jusquà 2gr,99......	— 1/10	
	Matières pectiques (au-dessus de 2gr.)	— 1/10	
Conservation des fruits aussi bonne que possible..		— 1/10	
Éléments indifférents	Matières pectiques (au-dessous de 2 gr.)		n'interviennent pas dans la fixation du prix marchand.
	Acidité (au-dessous de 4 grammes)....		
Éléments nuisibles...	Tannin (à partir de 3 grammes)....		aa 1/10 à déduire du prix marchand.
	Acidité (au-dessus de 4 grammes)...		
Conservation des fruits laissant à désirer..............			

B. POUR LES POIRES DESTINÉES A FOURNIR DES POIRÉS POUR LA DISTILLATION.

Éléments utiles......	Sucre total...............	composerait les 8/10	du prix marchand.
	Tannin (au-dessus de 4 grammes).	— 1/10	
Conservation aussi près que possible de l'état sain.		— 1/10	
Éléments indifférents	Matières pectiques (à quelque dose que ce soit)..		n'interviennent pas dans la fixation du prix marchand.
	Tannin (au-dessous de 4 grammes)............		
	Acidité (au-dessous de 5 grammes)............		
Éléments nuisibles..	Acidité (à partir de 5 grammes)........		aa 1/10 à déduire du prix marchand.
	Conservation des fruits laissant à désirer.		

Telles devraient être, selon nous, les bases sur lesquelles il conviendrait d'instituer le commerce rationnel des fruits de pressoir; mais dans l'état actuel ce projet paraîtrait trop compliqué. Entre ce qui existe, c'est-à-dire rien de sérieux, et ce que nous proposons ci-dessus, il y a un tel écart que nous avons peu d'espoir dans son application, quant à présent. Ce serait le triomphe de l'analyse chimique sur la routine, mais cette dernière est trop puissante pour désarmer à la première sommation et s'avouer vaincue ! Aussi

proposerons-nous plus loin, dans un chapitre spécial, un moyen terme qui, nous nous plaisons à le croire, soulevant moins d'obstacles, aura plus de chance d'être adopté.

DEUXIÈME PARTIE

PARTIE ANALYTIQUE

CHAPITRE Ier

DE LA COMPOSITION DE L'ÉCHANTILLON MOYEN

Si, dans toutes les analyses des produits où la vie organique est en cause, se dresse toujours, pour le chimiste, un aléa des plus redoutables, il n'est pas de production végétale qui le présente à un degré plus élevé que les fruits de pressoir, et c'est surtout pour eux que la composition de l'échantillon moyen revêt une importance exceptionnelle.

La multiplicité des variétés existantes, la confusion regrettable avec laquelle les cultivateurs les emmagasinent dans des greniers trop étroits, au moment de la récolte, exigent une plus grande attention que pour tout autre produit. Il ne suffit même pas d'une attention soutenue, il est indispensable de posséder des connaissances spéciales : il faut qu'un chimiste soit doublé d'un pomologue, sans quoi l'on s'expose à commettre les erreurs les plus graves.

Il est bien certain que, si les variétés étaient classées dans les greniers, saison par saison, variété par variété, ainsi que le veulent les règles en vertu desquelles on doit procéder ultérieurement à l'assortiment régulier et judicieux de ces mêmes espèces, la tâche serait très facilitée sans être pour cela exempte de nombreuses difficultés inhérentes aux produits eux-mêmes. Mais les choses étant en l'état contraire dans la généralité des cas, il importe donc de bien connaître les fruits sur la valeur desquels on est appelé à se prononcer. Ceci admis, comment procéder à la composition de l'échantillon moyen ?

Les études que nous avons faites à ce sujet nous ont appris que l'origine des variations aussi étranges que nombreuses des prin-

cipes contenus dans cette catégorie de fruits tient à des causes multiples dont les principales sont : l'*âge des arbres*, la *nature du sol*, l'*influence des saisons*, les *phases de la maturité de garde*, le *volume des fruits*, etc. L'appréciation de ces diverses influences est des plus intéressantes pour le sujet qui nous occupe, mais elle demande, pour être résolue, un grand nombre d'années. Ceci ne nous effraie nullement et nous ferons le possible pour y parvenir ; jusqu'à présent nous avons surtout cherché à élucider les deux points suivants[1] : l'*influence du volume; l'influence des phases successives de la maturité.* Nous relaterons ci-dessous, lorsque nous parlerons d'une façon plus explicite des causes d'erreurs qui peuvent atteindre la composition de l'échantillon moyen, les résultats auxquels nous sommes parvenu après une série d'études de dix années successives. Mais revenons à notre échantillon moyen.

Si nous supposons le cas ordinaire où un chimiste a le plus de chance d'être appelé à opérer : un grenier rempli de pommes appartenant à un nombre plus ou moins grand de variétés, vingt, trente, ou plus selon l'importance de la ferme, dans un état de conservation des plus variables, en raison de la profondeur de la couche (toujours trop grande) où se trouvent les fruits, mélangées toutes ensemble sans distinction aucune, souvent même sans partage de saisons, on avouera que l'essai du classement de la valeur d'une telle réunion de fruits constitue bien le problème le plus délicat, sinon le plus difficile, que l'on puisse avoir à résoudre. Dans une telle occurence, si le chimiste n'est pas doublé, comme nous le disions plus haut, d'un pomologue, il y a beaucoup à parier qu'il n'en sortira pas à son honneur. Aussi bien supposerons-nous le cas où il possède ces connaissances ; voici alors comment il faut opérer.

Au fur et à mesure que l'on procède au remplissage des mesures de capacité en usage (suivant les pays : razière, bartée, demi-hectolitre) et avant qu'elles n'aient quitté le grenier, on choisit cinq fruits de chacune des variétés que l'on y a reconnues en ayant soin de les prendre parmi ceux qui ont un *volume*, une *coloration* et un état de *conservation différents*, mais toujours en rapport avec l'ensemble des fruits que l'on a sous les yeux ; puis on les réunit en des tas distincts. Lorsque la quantité, objet de la transaction, est enlevée du grenier, on examine alors très attentivement chacun des

1. Mémoire présenté au Congrès pomologique du Havre (année 1887).

petits tas constitués par des espèces diverses et on prélève sur chacun d'eux *vingt fruits* en se conformant exactement aux recommandations suivantes : il faut choisir tout d'abord les *trois* plus *gros* et les *sept* plus *petits*, qu'ils soient *normaux* ou *non*; puis on prend les *dix* autres parmi ceux dont le coloris, le volume, la maturité, l'état de conservation paraissent refléter le mieux l'ensemble de ces échantillons moyens, en s'astreignant, pour plus de sûreté, à faire trois analyses pour chacun d'eux.

Avec un tel ensemble de précautions, on peut être assez certain que la moyenne des trois analyses affectées à chaque échantillon d'abord; puis, que la moyenne de chacune de ces moyennes (autant qu'il y a de variétés) donne aussi approximativement que possible la valeur des fruits soumis au marché. Les nombreuses analyses que nous avons faites dans ces conditions, et du *moût* et de la *pulpe*, nous permettent de l'avancer, mais nous ne devons pas dissimuler qu'il est indispensable de se conformer aux instructions ci-dessus.

CHAPITRE II

DES MÉTHODES ANALYTIQUES.

L'échantillon moyen ainsi composé, il ne reste plus qu'à le soumettre à l'analyse. La méthode, quelle que soit la partie du fruit qu'on lui soumette, *moût* ou *pulpe*, est toujours la même : il s'agit de doser, dans les deux cas, les sucres, le tannin, les matières pectiques et l'acidité, au moins jusqu'à présent. Mais avant de commencer un dosage, il faut, soit obtenir le moût, soit épuiser la pulpe des principes qu'elle renferme. C'est là tout ce qui constitue deux méthodes différentes et voici en quoi elles consistent selon que l'on met en œuvre l'une ou l'autre partie des fruits.

§ 1. De l'obtention du moût.

Rien de plus simple. On écrase les fruits dans un mortier de marbre ou de verre à l'aide d'un pilon de même matière, puis, lorsqu'ils présentent un état de division suffisante, on met la pulpe dans le récipient d'une presse, en ayant soin d'interposer entre les différentes couches soit de la paille bien sèche et sans odeur, soit, ce qui vaut encore mieux, des rondelles de toile grossière. Par

l'expression on recueille une quantité de jus assez grande et qui peut même aller, dans certaines variétés, jusqu'au 8/10 du poids total des fruits employés. Le moût ou jus ainsi obtenu est mis à filtrer sur du papier à filtrations rapides et il se trouve alors dans les conditions voulues pour la prise de la densité et pour toutes les opérations de l'analyse.

§ 2. De la préparation des sucs à l'aide de la pulpe.

Cette opération, assez facile lorsque les fruits ont atteint la maturité de garde, exige quelques précautions dans le cas contraire. On trouve, en effet, des espèces qui offrent sous le pilon une certaine élasticité et il faut avoir soin quand on les écrase, d'éviter leur projection en dehors du mortier.

Nous avons constamment opéré sur *cinquante* grammes de pulpe, épicarpe et mésocarpe ; les pépins seuls n'entrent pas dans ce poids, au moins dans la généralité de nos analyses, car il y en a un certain nombre où nous les y avons fait entrer tout exprès.

Nous avons traité la pulpe par *dix fois* son poids d'eau distillée : à la suite d'essais préalables, c'est la quantité qui nous a paru la plus convenable tant pour épuiser la pulpe que pour présenter les sucres, plus particulièrement, dans un état de dilution exigée pour les dosages par la liqueur de Fehling. Nous avons toujours eu soin de nous servir d'un linge fin pour débarrasser le liquide de toute partie de parenchyme. C'est à la liqueur ainsi obtenue que nous donnons le nom de *suc*, par opposition à celui de moût. Par suite, les liquides initiaux soumis à l'analyse étant de concentration différente, le *modus faciendi*, tout en restant le même au fond, subit quelques modifications dans la forme. Nous allons en toucher quelques mots. Toutefois, avant de clore ce paragraphe, il est un point sur lequel nous croyons utile d'insister, car il a une grande influence sur les résultats de l'opération, nous voulons parler de l'obtention des cinquante grammes de pulpe prélevés sur les vingt fruits de l'échantillon moyen.

On peut le faire de plusieurs manières, mais la meilleure est, croyons-nous, la suivante. On fait, à l'aide d'un couteau coupant très bien (un couteau en argent, de préférence), une coupe très mince dans le sens du diamètre oblique du fruit, passant un peu au delà de l'œil pour ressortir un peu en deçà du pédoncule. De cette

façon toutes les parties du fruit se trouvent représentées dans la même coupe. On a soin, ce qui est une affaire de coup d'œil, de proportionner l'épaisseur de la tranche au volume du fruit. Toutes les coupes réunies sont pesées par la méthode de Borda.

§ 4. Des différents dosages.

Recherche de la densité. Toutes les fois que nous l'avons pu, nous avons eu recours à la méthode du flacon à + 15°. Dans le cas contraire, nous nous sommes servi d'un densimètre très sensible et que nous avons eu soin de comparer dans sa marche aux résultats donnés par la méthode du flacon.

Nous n'entrerons point ici dans le détail des différents dosages que nous avons effectués pour les sucres, le tannin, les matières pectiques et l'acidité; nous avons tenu à suivre les méthodes indiquées par le savant président de l'Association pomologique, M. Lechartier, et nous renvoyons les lecteurs intéressés aux bulletins I et II, années 1884 et 1885.

CHAPITRE III

DISCUSSION SCIENTIFIQUE DES MÉTHODES COMMERCIALES.

Bien qu'il n'existe réellement qu'une seule méthode analytique pour le dosage des fruits du pressoir, comme les produits qu'on lui soumet sont de deux origines différentes, moût et pulpe, il s'ensuit que, dans le langage courant, en ne se plaçant qu'au point de vue commercial, on peut dire qu'il y a deux manières de *vendre* ou *d'acheter* les fruits.

1° D'après la *densité* de leur *jus* ou *moût*.

2° D'après la *richesse saccharine* de leur *pulpe*.

Nous examinerons successivement chacune d'elles en nous attachant à montrer les résultats qu'on peut en attendre ainsi que les précautions que l'on doit prendre dans la composition de l'échantillon moyen pour éviter les causes d'erreurs qui entacheraient sans cela les susdits résultats. Mais nous admettons tout d'abord, en principe, que le *sucre total* constituant le *principal élément* de la *valeur* de ces fruits, nous le prenons pour base de ces deux méthodes. C'est donc à la *richesse saccharine* que nous rapportons tout.

§ 1. De la méthode commerciale d'après la densité des moûts.

Cette méthode, ainsi que nous l'avons déjà dit ci-dessus, page 2, est la plus séduisante des deux en ce sens qu'elle permet surtout d'opérer très rapidement, ce qui est précieux au point de vue commercial; mais est-elle exacte, ou suffisamment rigoureuse? Ce qui revient à dire : existe-t-il un rapport direct entre la *densité* des moûts et la *richesse saccharine?*

Il ressort de nos recherches que nous avons consignées dans un mémoire[1] présenté à la Société nationale d'agriculture de France :

A. MOUTS DE POMMES.

Qu'il n'y a aucun rapport exact entre la densité et la richesse saccharine des moûts; en d'autres termes : que *la richesse saccharine n'est pas directement proportionnelle à la densité, mais qu'elle*

TABLEAU N° 1. — TABLES DE TRUELLE
INDIQUANT POUR CHAQUE EXPRESSION DE LA DENSITÉ LES MOYENNES SACCHARINES RAPPORTÉES A UN LITRE DE MOUT.

DENSITÉS	MOYENNES	DENSITÉS	MOYENNES	DENSITÉS	MOYENNES	DENSITÉS	MOYENNES
			1° POMMES.				
1041	100 gr.	1050	117 gr.	1059	132 gr.	1068	149 gr.
1042	102	1051	118	1060	133	1069	151
1043	103	1052	119	1061	137	1070	152
1044	105	1053	120	1062	138	1071	153
1045	106	1054	123	1063	139	1072	155
1046	107	1055	126	1064	140	1073	158
1047	109	1056	129	1065	143	1074	159
1048	111	1057	130	1066	146	1075	161
1049	113	1058	131	1067	147	1076	167
			2° POIRES.				
1043	95 gr.	1051	107 gr.	1059	119 gr.	1067	136 gr.
1044	96	1052	108	1060	121	1068	137
1045	98	1053	110	1061	122	1069	138
1046	99	1054	112	1062	124	1070	140
1047	101	1055	113	1063	131	1071	141
1048	102	1056	115	1064	132	1072	143
1049	104	1057	116	1065	133		
1050	105	1058	118	1066	134		

1. *Des relations de la densité avec la richesse saccharine contenue dans les moûts de fruits de pressoir (pommes et poires).*

en suit généralement la marche ascendante. Mais que, d'un autre côté, si l'on n'envisage que les *moyennes saccharines* que nous avons trouvées en nous basant sur l'analyse chimique et que nous avons réunies dans le tableau n° 1.

B. MOUTS DE POIRES.

les conclusions ci-dessus sont encore applicables à ce genre de fruits avec une restriction toutefois. Jusqu'à présent, les relations sont bien moins approchées que pour les pommes.

La table mixte que nous en avons donnée en nous appuyant à la fois sur l'analyse et sur le calcul permet cependant de corriger ces écarts dans une certaine mesure. Persuadé de l'utilité de ces tables pour le but que nous voulons atteindre, nous les transcrivons ici.

Au total, il résulte des tables ci-dessus que si l'analyse seule permet d'être fixée d'une façon absolue sur la teneur en sucre réelle d'un moût donné, il y a moyen, cependant, au point de vue commercial, de se servir de la *densité* comme d'une *base conventionnelle suffisante.*

§ 2. De la méthode commerciale d'après la richesse saccharine de la pulpe.

Les analyses de la pulpe des fruits de pressoir sont excessivement rares; nous dirons même que, parmi les auteurs qui ont écrit sur ces fruits, il n'en est pas un qui relate une analyse faite en France sur des produits d'origine française; c'est toujours le moût qui a été la partie étudiée. Nous avons donc quelque droit, en nous plaçant à ce point de vue, de revendiquer comme nôtre la méthode que nous désignons sous le nom de *méthode de la richesse saccharine de la pulpe.*

Toutefois, pour ne point abuser des tableaux, nous ne transcrirons point ici les analyses que nous avons effectuées, mais nous en consignerons les conclusions.

Nos analyses ont porté sur 258 échantillons appartenant aux principales variétés et provenant des récoltes 1877, 1881, 1882, 1883 et 1887, pour les pommes.

Pour les poires, nos recherches ont porté sur un nombre bien moindre, 38 échantillons des récoltes 1877 et 1883.

A. Pommes.

Bien que, dans les trois années 1881, 1882 et 1887, nous ayons dosé les différents principes contenus dans la pulpe des pommes, c'est surtout à la connaissance de la *richesse saccharine* que nous nous sommes le plus attaché. L'idée que nous avons eue de prendre la densité du liquide extractif, c'est-à-dire du liquide ayant servi à épuiser complètement la pulpe des fruits, nous permet d'affirmer que, là encore, la densité ne saurait être le critérium exact de la richesse saccharine des fruits, pas plus, du reste, que pour n'importe lequel de leurs principes.

Et certes, si jamais il est possible d'établir un rapport entre la densité et la quantité des principes contenus dans un liquide, nul ne s'y prêtera mieux que celui qui résulte de l'action de l'eau distillée sur la pulpe des fruits de pressoir : la densité de ce liquide n'est constituée assurément que par la nature des principes qui se trouvent dans la pulpe puisqu'il ne doit rien au véhicule. En outre, en raison de la nature de l'eau distillée et du mode opératoire suivi, il renferme tous les éléments qui existent dans les fruits puisque ceux-ci y sont tous solubles. Par suite, s'il existe un rapport entre la densité et la quantité des susdits principes, l'expérience doit le démontrer. Nous avons vu ce qu'il en est.

En résumé, nos analyses nous ont appris que les quantités de sucre total contenu dans la pulpe des pommes sont très variables. Les termes extrêmes sont, en chiffres ronds, 80 grammes et 171 grammes. Ceux qui réunissent le plus d'échantillons sont 110 grammes et 115 grammes; le premier en a 12 et le second 14.

Si l'on examine plus attentivement, on remarque que la répartition des échantillons se fait principalement sur les termes compris entre 103 et 129 grammes.

On trouve aussi que si l'on divise les expressions de la richesse saccharine en sections ascendantes de 10 en 10 grammes :

La première catégorie ou section	va de	90 à 99 gr.	et comprend	23	échantillons.
La deuxième section	—	100 à 109	—	48	—
La troisième section	—	110 à 119	—	81	—
La quatrième section	—	120 à 129	—	51	—
La cinquième section	—	130 à 139	—	37	—
La sixième section	—	140 à 149	—	15	—

Au-dessus comme au-dessous on ne compte plus assez d'échantillons pour que le groupement présente de l'intérêt. Mais les sections ci-dessus prouvent bien une fois de plus, que ce sont toujours, en général, les fruits moyens qui l'emportent en nombre sur les autres ; les variétés médiocres comme celles d'élite sont plus rares.

En nous basant sur ces faits, nous sommes fondé, au point de vue de leur valeur, à classer les fruits comme il suit, en quatre catégories.

Fruits médiocres, ceux qui contiennent de 80 à 100 grammes de sucre total pour un kilo de pulpe.

Fruits bons, ceux qui contiennent de 101 à 130 grammes de sucre total inclusivement pour un kilo de pulpe.

Fruits très bons, ceux qui contiennent de 131 à 150 grammes de sucre total inclusivement pour un kilo de pulpe.

Fruits supérieurs, ceux à partir de 151 grammes de sucre total pour un kilo de pulpe.

B. — Poires.

Nous n'avons étudié les poires que dans les récoltes 1877 et 1883 et en nombre malheureusement restreint pour en tirer des résultats sérieux; toutefois, on peut se rendre compte, en comparant les analyses des deux genres de fruits pour les mêmes années, que la richesse saccharine des pommes est plus élevée que celles des poires. Quant au groupement de ces fruits nous ne pouvons le faire présentement ; nous attendrons d'en avoir analysé un plus grand nombre.

En résumé, l'épuisement de la pulpe des fruits de pressoir par l'eau distillée a pour effet de présenter à l'analyse un liquide extractif ou suc renfermant tous les principes contenus dans les fruits et il est bien certain que cette méthode donne des résultats plus exacts que celle qui repose sur la densité et les moyennes saccharines. D'un autre côté, comme conséquence naturelle et immédiate, *l'unité* de *vente* de ces fruits ne serait plus une *mesure* de *capacité*, mais le *poids : cent kilos*.

Entre autres avantages résulterait d'abord celui-ci que l'on saurait de suite, par un simple calcul, la quantité de sucre total que l'on devrait obtenir, tandis qu'en ayant recours à l'autre méthode reposant sur la moyenne saccharine du jus pour une densité donnée, il y a toujours un aléa plus ou moins grand et variant, en raison

de la pression effectuée sur les fruits et de la résistance qu'ils ont opposée à la sortie du jus.

CHAPITRE IV.

DES DIVERSES INFLUENCES QUI PEUVENT PRODUIRE DES CAUSES D'ERREURS.

Nous avons dit plus haut[1] que l'origine des variations aussi étranges que nombreuses des principes contenus dans les fruits de pressoir tient à des causes multiples; en effet, les quelques chimistes qui se sont occupés de la question sont unanimes à le déclarer, mais nul n'a encore cherché, que nous le sachions, du moins, à déterminer leur valeur analytique. Et, tout d'abord, quelles sont ces influences?

Nous essaierons de les classer d'une façon méthodique en les rapportant aux deux parties qu'elles intéressent le plus : 1° *aux arbres*, 2° *aux fruits*, sans oublier que, dans l'un et l'autre cas, les fruits en subissent toujours le contre-coup directement ou indirectement.

Influences plus spéciales aux arbres et provenant :
- *a.* du sol.
- *b.* de l'âge.
- *c.* du climat.
- *d.* de la variété.
- *e.* de la fertilité ou de la stérilité.
- *f.* de l'exposition.

Influences particulières aux fruits et résultant :
- *a'* de leur position sur l'arbre.
- *b'* de leur volume.
- *c'* de l'époque de la cueillette.
- *d'* des phases successives de la maturité.
- *e'* des milieux de garde.
- *f'* de leur puissance de conservation.

Chacune de ces questions constitue un problème physiologique dont la solution est des plus délicates, d'autant plus qu'elles n'ont point encore été traitées et il serait aussi intéressant que nécessaire d'en déterminer scientifiquement la valeur propre, afin d'en tenir compte dans les analyses auxquelles on soumet les fruits qui en sont la résultante. Mais on ne s'étonnera plus, après l'exposition que nous avons faite de ces influences, de la quasi-impossibi-

1. Voir deuxième partie, chapitre Ier : *De la composition de l'échantillon moyen.*

lité dans laquelle on se trouve d'arriver à des résultats comparables pour des densités identiques. On ne s'étonnera pas non plus de l'excessive attention que nous recommandons d'apporter dans la composition de l'échantillon moyen et dont le moindre écart peut conduire à des différences sensibles.

Frappé depuis longtemps de ces influences qui se changent si souvent en causes d'erreurs, nous nous sommes proposé de les bien connaître, mais on n'ignore pas que les recherches physiologiques exigent un temps considérable; aussi, jusqu'à présent, ne nous sommes-nous occupé que de deux points exclusivement relatifs aux fruits.

1° De l'influence du *volume;* 2° de l'influence des phases successives de la *maturité.*

§ 1. De l'influence du volume.

Nous ne transcrirons point ici les centaines d'analyses que nous avons exécutées à ce sujet; nous renvoyons le lecteur au Mémoire[1] que nous avons envoyé au Congrès pomologique tenu au Havre en 1887. Nous nous contenterons de citer les principales conclusions de la façon la plus succincte.

La question a été scindée en deux parties :

Première partie : Parallèle entre des échantillons de *volume* et de *poids différents*, mais appartenant à la *même variété.*

Deuxième partie : Parallèle entre des *variétés distinctes*, mais de *volume* et de *poids différents.*

Voici nos conclusions :

Première partie. A. Pommes. Nous avons trouvé que, si les fruits d'un *petit volume* ne sont pas *toujours* plus riches en sucre total que ceux d'un volume supérieur, ils le sont *beaucoup* plus souvent.

Première partie. B. Poires. Il n'y a rien de bien précis, cependant les fruits *petits* ont une tendance à se montrer plus riches en sucre total que ceux d'un volume supérieur.

Deuxième partie. A. Pommes. Voici les moyennes saccharines pour chaque catégorie de grosseur des fruits :

1. *Recherches physiologiques sur les fruits de pressoir du pays d'Auge. — De l'influence du volume des fruits sur leurs qualités.* (Ce mémoire a obtenu la médaille d'or offerte par M. le ministre de l'agriculture.)

Catégories du volume des fruits.			Moyennes de la richesse saccharine.
Première catégorie :	Fruits	très petits	124 gr. 872
Deuxième catégorie	—	petits	131 gr. 963
Troisième catégorie	—	moyens	132 gr. 751
Quatrième catégorie	—	gros	136 gr. 040
Cinquième catégorie	—	très gros	129 gr. 489

D'où il résulte qu'à l'exception des deux groupes extrêmes, *fruits très petits* et *très gros*, dont la teneur en sucre est inférieure à celle des autres catégories, la *richesse saccharine augmente proportionnellement au volume des fruits.*

Deuxième partie. B. POIRES. Voici les moyennes saccharines pour chaque catégorie de grosseur des fruits :

Catégories du volume des fruits :			Moyennes de la richesse saccharine.
Première catégorie :	Fruits	très petits	119 gr. 332
Deuxième catégorie	—	petits	121 gr. 036
Troisième catégorie	—	moyens	124 gr. 622
Quatrième catégorie	—	gros	122 gr. 425
Cinquième catégorie	—	très gros	119 gr. 429

D'où il appert que les poires n'obéissent pas à la même règle que les pommes. Les fruits de volume extrême, fruits très petits et fruits très gros, qui ont la même teneur en sucre, sont moins riches que ceux des autres catégories ; mais dans ces dernières, la richesse saccharine n'augmente pas proportionnellement en volume : les fruits *gros* sont moins sucrés que les fruits *petits* et *moyens*.

Au total, la conclusion toute naturelle qui s'impose à la suite de cette étude c'est l'importance qu'il faut attacher à ce qu'un *échantillon moyen* renferme aussi exactement que possible des représentants de toutes les grosseurs des fruits en présence, sans quoi on s'expose de ce chef à une erreur certaine. Aussi, pour l'éviter, proposons-nous de composer les *vingt fruits* commme il suit : les *trois* plus *gros* et les *sept* plus *petits*, les *dix autres* pris parmi ceux dont le coloris, le volume, la maturité, l'état de conservation réflètent le mieux l'ensemble de la récolte.

§ 2. De l'influence des phases successives de la maturité.

Comme les recherches que nous avons entreprises à ce sujet sont encore inédites, nous insérons dans le tableau suivant les analyses auxquelles elles ont donné lieu.

TABLEAU N° 2. — TABLEAU EXPRIMANT LA DENSITÉ, LES QUANTITÉS DE SUCRE TOTAL, DE MATIÈRES PECTIQUES, DE TANNIN ET D'ACIDITÉ CONTENUES DANS UN LITRE DE MOUT DE LA MÊME VARIÉTÉ ANALYSÉE A DES DATES DIFFÉRENTES AINSI QUE LE NOMBRE DE JOURS ÉCOULÉS ENTRE CHACUNE D'ELLES.

A. Pommes.

DATES des analyses.	NOMBRE DE JOURS entre chaque analyse et espace total entre la première et la dernière analyse.	NOMS des variétés.		DENSITÉ par la méthode du flacon à + 15°.	SUCRE TOTAL exprimé en glucose fermentescible.	ÉCARTS entre les quantités extrêmes.	MATIÈRES PECTIQUES	TANNIN	ACIDITÉ exprimée en SO^3 HO.
		RÉCOLTE 1884.							
84 Nov. 21	16 jours entre la 1re et la 2e.	Cimetière.	1er lot.	1051	112.704	4.624	5.100	louche	0.934
— Déc. 7	16 jours entre la 2e et la 3e.		2e lot.	1050	117.328		4.700	0.960	0.747
— — 23	32 jours en tout.		3e lot.	1050	114.400		11.100	mauvais dosage	0 560
— Nov. 8	35 jours entre la 1re et la 2e analyse.	Gros-Matois.	1er lot.	1067.5	151.520	16.712	3.100	2.400	1.120
— Déc. 13	3 jours entre la 2e et la 3e.		2e lot.	1074.5	163.424		5.400	1.761	1 864
— — 16	Total : 38 jours.		3e lot.	1076.5	168.232		18.900	3.040	1.864
— Nov. 25	5 jours entre les deux analyses.	Gros-Matois.	Fruits Gros.	1073	158.888	1.096	1.900	2.880	1.120
— — 30			— Gros.	1071	157.792		5.200	2.961	1.400
— — 25	5 jours entre les deux analyses.	Gros-Matois.	— Petits.	1077	176.000	10.016	7.900	2.640	2.148
— — 30			— Petits.	1082.5	186.016		21.800	3.442	1.688
— — 26	11 jours entre les deux analyses.	Joly-Rouge.	1er lot.	1056	122.352	5.464	»	»	1.213
— Déc. 7			2e lot.	1056	127.816		2.700	1.360	0.840
— Nov. 20	14 jours entre la 1re et la 2e.	Bédan.	1er lot.	1075.5	161.120	10.592	17.600	1.920	0.340
— Déc. 4	7 — 2e — 3e.		2e lot.	1073.5	169.480		7.900	2.648	1.120
— — 11	20 — 3e — 4e.		3e lot.	1073	160.000		11.300	3.572	0.840
85 Janv. 1	9 — 4e — 5e.		4e lot.	1073	158 888		2.400	1.841	1.494
— — 10	50 jours entre la 1re et la dernière.		5e lot.	1075	163 424		18.600	2 560	0.934
84 Nov. 19	27 jours entre la 1re et la dernière.	Bedant au Gros.	1er lot.	1067 5	148.568	»	2.700	1.440	1.213
— Déc. 16			2e lot.	1068	148.568		3.800	1.841	1.213

TABLEAU N° 2 (*suite*).

DATES des analyses.	NOMBRE DE JOURS entre chaque analyse et espace total entre la première et la dernière analyse.	NOMS des variétés.		DENSITÉ par la méthode du flacon à + 15°.	SUCRE TOTAL exprimé en glucose fermentescible.	ÉCARTS entre les quantités extrêmes.	MATIÈRES PECTIQUES	TANNIN	ACIDITÉ exprimée en SO³ HO.
84 Nov. 22	11 jours entre la 1re et la dernière.	Bouteille.	1er lot.	1062.5	147.608	6.876	5.400	1.120	1.307
— Déc. 3			2e lot.	1062	141 232		9.200	0.800	0.767
— Nov. 16	5 jours entre la 1re et la 2e.	Citron.	1er lot.	1074.5	157.792	20.800	15.800	1.601	1.774
— — 21	17 — 1re — 3e.		2e lot.	1076.5	161.120		9.800	4.000	1.864
— Déc. 3	41 — 1re — 4e.		3e lot.	1074.5	152.528		8.000	2.540	1.400
— — 27	50 — 1re — 5e.		4e lot.	1075	170.744		28.300	3.040	2.054
85 Janv. 6			5e lot.	1076	173.328		21.800	3.442	1.400
84 Nov. 17	28 — 1re — 2e.	Peau-de-vache.	1er lot.	1075	158.888	12.416	9.700	1.920	non dosée
— Déc. 15	61 — 1re — 3e.		2e lot.	1077	167.000		10.000	2.720	1.120
85 Janv. 17			3e lot.	1073	171.304		non dosées	3.040	0.653
84 Nov. 25	30 — 1re — 2e.	Peau-de-vache rouge.	1er lot.	1060.5	139.512	12.408	12.000	1.600	1.213
— Déc. 25	48 — 1re — 3e.		2e lot.	1060	127.104		36.400	1.460	0.921
85 Janv. 7			3e lot.	1059	128.176		33.800	3.922	1.213
		RÉCOLTE 1885.							
85 Oct. 7	30 jours entre la 1re et la 2e.	Bergerie.	1er lot.	1058.5	141.024	6.056	1.800	1.354	1.842
— Nov. 7	60 — 1re — 3e.		2e lot.	1058	134.918		7.260	4.000	1.027
— Déc. 7			3e lot.	1061	137.496		12.700	2.209	1.112
— 28	22 — 1re — 2e.	Cimetière.	1er lot.	1041.1	103.768	17.776	4.540	1.312	0.660
86 Janv. 19	26 — 1re — 3e.		2e lot.	1047.1	117.640		4 800	2.240	0.748
— — 23			3e lot.	1048 6	121.544		6.200	2.209	0.824
85 Nov. 3	23 — 1re — 2e.	Oiseau.	1er lot.	1039	103.768	9.704	1.360	1.759	0.556
— — 26	23 — 1re — 3e.		2e lot.	1039.9	96.064		1.460	1.520	0.471
— —	60 — 1re — 4e.		3e lot.	1039	102.320		2.660	1.041	0.428
86 Janv. 3			4e lot.	1041	105.768		»	1.649	0.412

TABLEAU N° 2 (*suite*).

DATES des analyses.	NOMBRE DE JOURS entre chaque analyse et espace total entre la première et la dernière analyse.	NOMS des variétés.		DENSITÉ par la méthode du flacon à + 15°.	SUCRE TOTAL exprimé en glucose fermentestible.	ÉCARTS entre les quantités extrêmes.	MATIÈRES PECTIQUES	TANNIN	ACIDITÉ exprimée en SO^3HO.
85 Nov. 25	Il y a 29 jours entre la 1re et la 2e.	Aufriche Brière.	1er lot.	1051	122.216	5.688	2.500	1.008	0.985
86 Janv. 14			2e lot.	1054	127.904		3.900	0.832	1.210
85 Nov. 19	— 30 — 1re — 2e.	Aufriche Manoir de Rothschild.	1er lot.	1059.5	123.592	17.432	3.500	1.759	0.556
— Déc. 19			2e lot.	1056.1	141.024		3.140	2.086	0.550
86 Janv. 18	— 15 — 1re — 2e.	Bédan.	1er lot.	1060.5	140.120	0.880	6.900	2.160	0.824
— Févr. 2			2e lot.	1061.7	139.240		4.800	1.841	0.687
85 Nov. 21	— 47 — 1re — 2e.	Binet-Blanc.	1er lot.	1063	142.856	0.928	2.540	1.841	0.899
86 Janv. 7			2e lot.	1063.5	141.928		4.400	1.601	0.756
85 Nov. 14	— 46 — 1re — 2e.	Bouteille.	1er lot.	1050.8	124.288	5.120	3.340	1.520	0.771
— Déc. 30			2e lot.	1053.8	129.408		8.000	2.000	»
— Oct. 27	— 35 — 1re — 2e.	Citron Brière de Tanville.	1er lot.	1052.5	127.904	6.984	0.800	0.688	0.899
— Nov. 22	Il y a 78 jours entre la 1re et la 3e qui est la dernière.		2e lot.	1054.5	127.160		2.400	1.802	1.027
86 Janv. 4			3e lot.	1056.5	134.144		6.160	»	0.412
— — 4	Ces trois analyses ont eu lieu le même jour.	Citron J. Fenlon Calanville.	1er lot.	1051	125.712	4.840	6.140	2.560	1.154
— Déc. 27			2e lot.	1050	120.872		5.300	2.032	1.265
— — 27			3e lot.	1051	124.288		5.760	1.280	1.265
86 Janv. 13	L'analyse a eu lieu 17 jours après.		4e lot.	1051.6	125.712		6.160	1.008	0.605
85 Oct. 25	Il y a 70 jours entre la 1re et la 2e.	Marin-Onfroy Brière de Tanville.	1er lot.	1055.5	132.528	35.408	2.200	0.881	1.328
86 Janv. 9	Il y a 76 jours entre la 1re et la 3e qui est la dernière.		2e lot.	1065	153.845		16.660	1.200	1.210
— — 15			3e lot.	1068.6	167.936		13.640	1.152	0.935

TABLEAU N° 2 (*suite*).

DATES des analyses.	NOMBRE DE JOURS entre chaque analyse et espace total entre la première et la dernière analyse.	NOMS des variétés.		DENSITÉ par la méthode du flacon à + 15°.	SUCRE TOTAL exprimé en glucose fermentescible.	ÉCARTS entre les quantités extrêmes.	MATIÈRES PECTIQUES	TANNIN	ACIDITÉ exprimée en SO^3HO.
86 Janv. 1	Il y a 6 jours entre les deux analyses.	Marin-Onfroy	1er lot.	1051	114.576	1.176	5.740	louche	0.824
— — 7		Foulon.	2e lot.	1050	113.400		9.160	»	0.632
85 Nov. 18	Ces deux analyses ont eu lieu le même jour.	Peau-de-vache	1er lot.	1074	158.272	6.552	5.700	2.140	1.970
		Brière de Vauville.	2e lot.	1072	151.720		9.440	accident	1.669
— — 27	Il y a 53 jours entre les deux analyses.	Peau-de-vache	1er lot.	1056.1	130.952	10.072	3.140	2.118	0.643
86 Janv. 19		Pillon Bonneville.	2e lot.	1058	141.024		7.900	2.112	0.858
— — 17	Il y a eu 8 jours entre les deux analyses.	Peau-de-vache	1er lot.	1058	139.240	0.880	6.700	2.510	1.127
— — 25		Lietout Calanville.	2e lot.	1059.5	140.120		7.860	1.601	1.044
		RÉCOLTE 1886.							
86 Déc. 11	Il y a eu un seul jour entre les deux analyses.	Cimetière.	1er lot.	1050.1	115.958	4.608	4.640	2.512	1.100
— — 12			2e lot.	1050.5	120.560		4.540	5.310	1.100
— Oct. 24	Il y a eu 7 jours entre les deux analyses.	Domaines.	1er lot.	1061.7	148.160	»	4.120	2.512	1.100
— — 31			2e lot.	1061.7	148.160		5.240	1.841	»
— Nov. 18	Il y a 25 jours entre la 1re et la 2e. Il y a 60 jours entre la 1re et la 3e qui est la dernière.	Joly-Rouge.	1er lot.	1051.3	118.552	26.256	2.600	1.296	0.687
— Déc. 8			2e lot.	1049.4	112.312		1.300	2.272	1.100
— — 13			3e lot.	1055.6	138.568		2.380	1.808	0.968
— Oct. 25	Il y a 24 jours entre les deux analyses.	Citron.	1er lot.	1053	125.528	3.592	3.520	1.190	1.100
— Déc. 19			2e lot.	1052	121.936		2.400	1.793	0.962
— Nov. 7	Il y a 22 jours entre les deux analyses.	Peau-de-vache.	1er lot.	1072	147.168	4.176	louche	»	3.162
— — 29			2e lot.	1072	151.344		4.140	3.232	2.750

TABLEAU N° 2 (*suite*).

DATES des analyses.	NOMBRE DE JOURS entre chaque analyse et espace total entre la première et la dernière analyse.	NOMS des variétés.		DENSITÉ par la méthode du flacon à + 15°.	SUCRE TOTAL exprimé en glucose fermentescible.	ÉCARTS entre les quantités extrêmes.	MATIÈRES PECTIQUES	TANNIN	ACIDITÉ exprimée en SO^3HO.
		RÉCOLTE 1887.							
88 Janv. 16	Il y a 10 jours entre la 1re et la 2e.	Aufriche.	1er lot.	1060.3	129.408	21.792	6.600	1.635	0.910
— — 26	— 14 — 1re — 3e.	Il y a	2e lot.	1061.3	146.496		7.040	2.372	0.690
— Févr. 6	Il y a 81 jours entre la 1re et la 4e	transposition	3e lot.	1062.2	151.200		»	1.840	0.879
— Janv. 30	qui est la dernière.		4e lot.	1061.2	137.496		6.200	1.009	0.753
— — 17	Il y a 10 jours entre la 1re et la 2e.	Bedan.	1er lot.	1054.2	107.840	32.824	2.640	1.320	0.439
— — 27	— 11 — 2e — 3e.		2e lot.	1057.2	115.784		2.840	2.137	0.628
— Févr. 7	— 27 — 1re — 4e.		3e lot	1056.5	133.696		3.200	1.383	0.345
— — 13			4e lot.	1059.6	146.644		2.174	2.174	0.489
87 Déc. 25	— 10 — 1re — 2e.	Citron.	1er lot.	1071	141.024	21.936	5.400	3.247	1.119
88 Janv. 4	— 19 — 1re — 3e.		2e lot.	1070.1	142.856		»	2.575	1.067
— — 13	— 31 — 1re — 4e.		3e lot.	1071.2	148.648		7.360	1.327	1.192
— — 26			4e lot.	1073.6	162.960		»	4.275	1.036
87 Déc. 24	— 21 — 1re — 2e.	Peau-de-vache.	1er lot.	1089.5	164.176	19.736	9.960	3.702	1.591
88 Janv. 14	— 28 — 1re — 3e.		2e lot.	1086.7	150.680		19.900	3.082	1.381
— — 21	— 35 — 1re — 4e.		3e lot.	1084.5	157.136		5.560	3.396	1.318
— — 28			4e lot.	1087.7	170.416		»	3.384	1.256
87 Déc. 29	— 21 — 1re — 2e.	Mélange de pommes ayant servi à préparer mon cidre.	1er lot.	1057.3	146.664	24.448	2.300	1.363	0.346
88 Janv. 19	— 30 — 1re — 3e.		2e lot.	1057.8	122.216		4.300	2.214	0.690
— — 28			3e lot.	1058.2	135.802		4.560	2.197	0.659
— Févr. 2	— 2 — 1re — 2e.	Mélange de cinq variétés en cinq échantillons moyens.	lot A.	1062	140.164	1.948	6.700	1.784	0.690
— — 4	3 jours entre la 1re et les deux autres.		lot B.	1061.1	140.464		5.560	2.108	0.376
— — 5			lot C.	1061.1	142.212		12.360	2.240	0.628
— — 5			lot D.	1061.7	142.112		5.660	2.306	0.596

Lorsqu'on réfléchit à l'action que la maturité peut exercer sur les fruits soumis à ses différentes phases pendant un temps plus ou moins prolongé, il vient à l'esprit, tout naturellement, que pendant le laps de temps qui s'écoule entre la cueillette et la brassaison, ils sont soumis à une évaporation des plus sensibles qui peut varier selon les espèces, mais dont le résultat se traduit toujours par une concentration de leurs sucs et, par suite, des principes qu'ils renferment. Il semble donc absolument logique que plus un fruit a été conservé longtemps, pourvu cependant qu'il n'ait pas commencé de tomber au pouvoir de la pourriture, plus il doit renfermer de principes utiles. Bien que convaincu de cette idée, nous avons voulu cependant nous en assurer d'une façon expérimentale, et c'est la raison pour laquelle nous avons exécuté les analyses dont le tableau ci-dessus est composé. Comme nous les avons répétées pendant quatre années successives, 1884, 1885, 1886 et 1887, nous avons, jusqu'à un certain point, le droit d'ajouter foi aux faits qu'elles nous enseignent.

Voici, au surplus, comment nous avons opéré dans la division de nos lots. Lorsque nous avions une certaine quantité de fruits, huit à dix litres, par exemple, d'une variété donnée, et, selon cette quantité, nous faisions 2, 3 ou 4 lots, aussi égaux que possible, en ayant grand soin de nous conformer aux précautions que nous avons indiquées lors de la composition de l'échantillon moyen. Nous les pesions à ce moment et nous en reprenions le poids, à nouveau, lors de chaque analyse, afin de connaître la perte de poids qui s'était produite pendant la durée de la garde, perte évidemment due à l'évaporation. Si nous n'avons point parlé de ces différences dans le tableau ci-dessus, c'est que nous réservons ces données pour un travail spécial que nous devons continuer pendant quelques années.

(*A suivre.*)

Le Gérant : G. Masson.

Motteroz. — Imprimeries réunies, B, rue Mignon. 2.

DU

COMMERCE RATIONNEL DES FRUITS DE PRESSOIR

(POMMES ET POIRES)

BASÉ SUR L'ANALYSE CHIMIQUE

PAR

A. TRUELLE

Pharmacien de première classe.

Ex-interne, lauréat des hôpitaux de Paris; Lauréat de la Société nationale d'agriculture de France (Grande médaille d'or 1888); Lauréat de la Société pomologique de l'Ouest (Médaille d'or, Congrès pomologique du Havre, 1887); Officier d'académie.

(SUITE)

Quel que soit le nombre de lots attribués à chaque variété, ils ont tous une provenance unique : c'est le même arbre qui les a produits et ils ont été cueillis le même jour, au même moment. Ceci dit, voyons ce que nos analyses nous apprennent au sujet des différentes phases de la maturité de garde. Mais, au lieu de prendre une à une chaque variété, ce qui nous amènerait à nous répéter maintes fois, sans utilité aucune, nous établirons deux catégories suivant que les espèces suivront ou non ce que nous tenons pour règle (en théorie, s'entend), c'est-à-dire selon que les lots accusent à l'analyse une dose de plus en plus élevée de sucre, de tannin et de matières pectiques, mais une quantité inverse d'acidité, au fur et à mesure que l'époque de l'analyse sera plus reculée. Et sous le rapport de la durée rien ne laisse à désirer; on y trouve les espaces les plus divers compris entre un jour et soixante dix-huit jours.

Première catégorie. *Variétés* dont la *densité*, la *richesse saccharine totale*, les *matières pectiques*, le *tannin augmentent* avec l'*éloignement* de l'analyse, et dont l'*acidité* diminue, au contraire, dans la même proportion.

Deuxième catégorie. *Variétés* qui ne suivent pas cette *règle théorique*.

La première catégorie comprend les variétés suivantes : deux échantillons de Gros-Matois, un de Joly rouge, pour la récolte

de 1884. Dans celle de 1885 figurent : Cimetière, Aufriche, Bouteille, Citron, Marin-Onfroy, deux échantillons de Peau-de-vache. En 1886, Cimetière, Peau-de-vache.

Au total sur *trente-sept variétés* ou échantillons; il y en a douze qui suivent la règle théorique exprimée ci-dessus, ce qui ne fait qu'*un tiers;* les autres diffèrent plus ou moins. C'est surtout dans les variétés qui comptent plusieurs lots que le fait se produit le plus souvent; il est vrai que là les causes sont augmentées.

Deuxième catégorie. Elle comprend *vingt-cinq variétés* et, le plus curieux, c'est que la même variété comprenant deux ou trois échantillons de provenance différente compte des représentants dans l'une et l'autre catégorie; telles, les variétés Gros-Matois, Citron, Marin-Onfroy, Peau-de-vache.

Ces faits infirment donc la « règle théorique » quant à l'ensemble des principes. Mais, fait-on abstraction de tous les éléments pour n'envisager que la richesse saccharine seule, on trouve que sur les trente-sept variétés, il y en a quinze qui répondent à la première catégorie, ce qui constitue toujours une minorité, lors même qu'on y ajouterait encore les deux espèces Bédant-au-Gros et Domaines, dont la densité et la richesse saccharine n'ont pas varié, quel que soit l'intervalle écoulé entre les deux analyses.

Il résulte donc, d'une façon générale, qu'il est difficile de se prononcer d'une façon certaine sur l'action que la maturité de garde exerce sur les fruits; cependant, il semble, dans l'ensemble des cas, qu'elle n'a pas pour résultat constant d'augmenter la somme des principes utiles, tels que les sucres, le tannin et les matières pectiques.

Pour contrôler ces résultats négatifs, nous avons fait, cette année, une série d'analyses tant sur le moût que sur la pulpe des mêmes lots appartenant à quatre variétés bien connues : Aufriche, Bédan, Citron et Peau-de-vache, et sur ceux de deux mélanges composés entre autres des variétés ci-dessus. Les lots avaient été choisis avec tous les soins que nous avons indiqués antérieurement; on peut les considérer comme répondant absolument aux meilleurs échantillons moyens que l'on puisse faire avec une espèce ou un mélange donnés.

TABLEAU N° 3. — TABLEAU EXPRIMANT LA DENSITÉ DES MOUTS, LES QUANTITÉS DE SUCRE TOTAL, DE MATIÈRES PECTIQUES, DE TANNIN ET D'ACIDITÉ CONTENUES DANS UN LITRE DE MOUT ET DANS UN KILO DE PULPE DE DIFFÉRENTS LOTS DE POMMES APPARTENANT A LA MÊME VARIÉTÉ ET ANALYSÉS A LA MÊME ÉPOQUE.

DATES des analyses.	NOMBRE DE JOURS écoulés entre chaque analyse, nombre total.	DÉSIGNATION des lots.	DENSITÉ par la méthode du flacon.	SUCRE TOTAL évalué en glucose fermentescible.	ÉCARTS entre les quantités extrêmes.	MATIÈRES PECTIQUES	TANNIN	ACIDITÉ exprimée en SO^3 HO.	SUCRE TOTAL évalué en glucose fermentescible.	ÉCARTS entre les quantités extrêmes.	MATIÈRES PECTIQUES	TANNIN	ACIDITÉ exprimée en SO^3 HO
			DANS UN LITRE DE MOUT.						DANS UN KILO DE PULPE.				
					ALFRICHE								
88 Janv. 16	Entre la 1re et la 2e 10 jours.	1er	1060.3	129.408	21.732	6.600	1.635	0.910	111.004	16.900	4.000	1.139	0.502
— 26	— 1re — 3e 14 —	2e	1061 3	146.496		7.040	2.372	0.690	127.904		2.200	1.068	0.314
— 30	— 1re — 4e 21 —	3e	1061.4	137.496		6.200	1.840	0.879	122.216		3.600	2.766	0.439
Févr. 6	En tout, 21 jours.	4e	1062.2	151.200		»	1.320	0.439	115.232		»	»	»
					BÉDAN								
88 Janv. 17	Entre la 1re et la 2e 10 jours.	1er	1054.2	107.840	38.824	2.640	1.320	0.439	108.904	5.784	2.600	1.509	0.188
— 27	— 1re — 3e 17 —	2e	1057.2	115.784		2.840	2.137	0.628	117.640		6.000	1.543	0.251
Févr. 3	— 1re — 4e 25 —	3e	1059.6	146.664		»	2.174	0.439	114.688		»	2.767	0.376
— 7	En tout, 25 jours.	4e	1056.5	133.696		3.200	1.383	0.345	121.000		4.600	1.186	0.188
					CITRON								
87 Déc. 25	Entre la 1re et la 2e 10 jours.	1er	1071.0	141.024	21.936	5.400	3.247	1.119	118.912	19.267	5 800	2.339	0.415
88 Janv. 4	— 1re — 3e 19 —	2e	1070.1	142.856		5.400	2 575	1.067	118.229		5.000	2.341	0.439
— 13	— 1re — 4e 31 —	3e	1071.2	148.648		7.360	2.327	1.192	127.160		4.600	2.264	0 376
— 26	En tout, 31 jours.	4e	1073.6	162.960		»	4.275	1.036	137.496		»	4.156	1.193

TABLEAU N° 3 (*suite*).

DATES des analyses.	NOMBRE DE JOURS écoulés entre chaque analyse; nombre total.	DÉSIGNATION des lots.	DENSITÉ par la méthode du flacon.	SUCRE TOTAL évalué en glucose fermentescible.	ÉCARTS entre les quantités extrêmes.	MATIÈRES PECTIQUES	TANNIN	ACIDITÉ exprimée en SO³ HO.	SUCRE TOTAL évalué en glucose fermentescible.	ÉCARTS entre les quantités extrêmes.	MATIÈRES PECTIQUES	TANNIN	ACIDITÉ exprimée en SO³ HO.
			DANS UN LITRE DE MOUT.						DANS UN KILO DE PULPE.				
			PEAU-DE-VACHE										
87 Déc. 24	Entre la 1re et la 2e 21 jours.	1er	1089.5	164.176	19.736	9.960	3.702	1.591	139.240	9.832	8.600	2.208	0.346
88 Janv. 14	— 1re — 3e 28 —	2e	1086.7	150.680		19.900	3.082	1.381	132.228		9.400	2.138	0.879
— 21	— 1re — 4e 35 —	3e	1084.5	157.136		5.560	3 396	1.318	129.408		8.600	2.138	0.628
— 28	En tout, 35 jours.	4e	1087.7	170 416		»	3.384	1.256	131.520		»	2.018	0.628
			MÉLANGE DE POMMES ayant servi à préparer mon cidre.										
87 Déc. 29	Entre la 1re et la 2e 21 jours.	1er	1057.3	146.664	24.448	2.300	1.363	0.346	118.272	6.032	3.000	1.299	0.207
88 Janv. 9	— 1re — 3e 30 —	2e	1057.3	122.216		4 300	2.214	0.690	112.240		4.000	1.187	0.251
— 29	En tout, 30 jours.	3e	1058.2	135.802		4.560	2.197	9.659	115.784		4.200	1 425	0.315
			MÉLANGE DE POMMES : Aufriche, Bédan, Cimetière, Citron, Peau-de-vache.										
88 Fév. 2	Entre la 1re et la 2e 2 jours.	A	1062.0	140.464	1.648	6.700	1.784	0.690	*a* 130.806	4.766	»	3.326	0.502
									b 126.040		»	2.256	0.502
— 4	— 1re — 3e 3 —	B	1061.1	140.464		5.660	2.108	0.376	*c* 128.720		»	3.030	0.439
	En tout, 3 jours.								*d* 130.806		»	3.162	0.439
— 5		C	1061.1	142.112		19.360	2.240	0.628	*e* 128.720		»	4.084	0.428
		D	1061.7	142.112		5.660	2.306	0.596	*f* 128.720		»	2.636	0.564
									g 130.104		»	2.636	0.502

Tout l'intérêt du tableau ci-dessus réside dans le parallèle qu'il permet d'établir entre les analyses du moût et celles de la pulpe provenant de lots appartenant à la même variété, analyses faites au même moment sur chacune des parties correspondantes.

Établissons ce parallèle et cherchons si les phases de la maturité de garde représentées par les divers lots de chaque variété et de chaque mélange nous apportent des résultats plus constants que ceux du tableau précédent n° 2.

Aufriche. *Moût.* — La densité augmente conformément à la règle théorique exposée précédemment, à mesure que les analyses s'éloignent, mais la richesse saccharine offre des intermittences; toutefois, l'expression la plus élevée correspond à la dernière analyse, ce qui est correct. L'écart entre les divers termes est de 21,792 pour 21 jours d'intervalle entre la première et la dernière analyse. Quant aux autres principes, ils ne suivent aucune proportion.

Pulpe. — La richesse saccharine est en dehors de toute proportion; il n'y a même pas de concordance entre les échantillons de lots correspondants. L'écart est de 16 gr. 900 pour 21 jours. Les autres éléments sont aussi irréguliers que les sucres.

Bédan. *Moût.* —Ni la densité, ni les autres principes ne coïncident, encore bien que la densité la plus élevée réponde à la teneur en sucre total la plus forte. L'écart est de 38,824 pour 25 jours.

Pulpe. — La marche ascendante de la richesse saccharine n'est pas régulière : le second terme est plus élevé que le troisième et il n'y a pas de relation exacte entre les termes correspondants des moûts et de la pulpe. L'écart est de 5,784 pour 5 jours. Pour les autres éléments, il y a toujours un terme qui empêche la régularité.

Citron. *Moût.* — La différence est peu sensible entre les degrés de la densité; sauf le premier terme, les autres augmentent avec le temps de garde. La richesse saccharine suit, cette fois, une marche directement ascendante. L'écart est de 21 gr. 936 pour 31 jours. Les matières pectiques font de même, mais le tannin et l'acidité s'en éloignent.

Pulpe. — La proportion se maintient entre chacune des expressions de la richesse saccharine qui s'accroît à mesure que les dates s'échelonnent et il y a correspondance avec celles des moûts. L'écart est de 19 gr. 267 pour 31 jours. Les matières pectiques restent en dehors ainsi que l'acidité, mais le tannin suit les sucres.

Peau-de-vache. — Aucune marche régulière, ni de la part de la densité, ni de celle des éléments dosables, sauf de l'acidité. L'écart entre les sucres est de 19 gr. 736 pour 35 jours.

Pulpe. — Les expressions de la richesse saccharine coïncident assez bien avec celles des moûts, mais malheureusement dans la voie irrégulière, de même que les matières pectiques, le tannin et l'acidité. L'écart est de 9 gr. 832 pour 35 jours.

MÉLANGE DE POMMES AYANT SERVI A PRÉPARER MON CIDRE. *Moût.* — Bien que la densité ne présente qu'une faible différence entre ses trois degrés, il n'en est pas de même de la teneur en sucre qui offre de grandes irrégularités. L'écart est de 24 gr. 448 pour 30 jours. Les matières pectiques et le tannin suivent assez bien la marche ascendante; quant à l'acidité elle est réfractaire.

Pulpe. — Les sucres vont assez de pair avec ceux des moûts correspondants, mais, au point de vue de la règle théorique, ils ne s'y conforment pas. L'écart est faible cependant, 6 gr. 032 pour 30 jours; à l'exception de l'acidité, les matières pectiques et le tannin se comportent régulièrement.

Le dernier mélange mérite une plus grande attention et demande quelques explications. Comme il nous restait une quantité notable de fruits de certaines variétés : Aufriche, Bédan, Cimetière, Citron et Peau-de-vache, nous avons pensé à les utiliser pour examiner le cas qui peut se présenter très souvent dans la composition de l'échantillon moyen : celui où l'on a en présence plusieurs variétés connues.

Nous avons d'abord partagé la totalité des fruits en quatre lots égaux, tant pour les analyses du moût que pour celles de la pulpe et, comme les lots étaient forts, nous avons subdivisé ceux réservés pour la pulpe en deux ou trois autres échantillons moyens, dans le but d'obtenir un plus grand nombre d'éléments de comparaison. En effet, en procédant ainsi, cela nous a permis, avec la même quantité initiale, de mettre en parallèle : quatre analyses de moût et sept de pulpe; avec de telles données, il est évident que l'on a tous les éléments pour juger en toute connaissance de cause et que la moyenne de ces analyses peut être acceptée d'emblée comme celle de la valeur des fruits en présence.

Procédons maintenant à l'examen. *Moûts.* A un degré près, la densité est sensiblement la même; il est vrai que le terme le plus élevé est le premier, mais cela a peu d'importance si l'on n'envisage que l'espace de temps entre la première et la dernière analyse est de trois jours. La richesse saccharine à un gramme et demi près est la même et l'augmentation a lieu selon la règle théorique énoncée plus haut. Quant aux autres principes, à l'exception du tannin qui

suit la marche ascendante, il n'y a aucune proportion à relever.

Pulpe. — La teneur en sucre total est bien en rapport avec celle des moûts et malgré l'écart de 4 gr. 766 qui existe entre les quantités extrêmes, elle est identique pour plusieurs lots. Si l'on excepte les deux premiers *a*, *b* ressortissant à celui des moûts A, où a lieu l'écart signalé ci-dessus, la différence dans les autres lots est moindre que 2 grammes. Dans le troisième groupe, sur trois lots, *e*, *f*, *g*, *e* et *f* sont absolument égaux. Relativement au tannin et à l'acidité, on trouve plutôt une relation inverse de celle qui devrait exister.

En résumé, à l'exception de la variété *Citron* et du mélange des cinq espèces, les variétés du tableau n° 3 n'obéissent pas d'une façon régulière à la règle théorique : l'échelle des différents principes qu'elles contiennent est composée de degrés irréguliers. En ce qui regarde le sucre total dont la teneur a pour nous une importance capitale, c'est généralement cependant l'expression correspondant à la dernière analyse, c'est-à-dire à la phase la plus éloignée de la maturité de garde qui est la plus riche, la plus élevée; ce qui doit être.

Quant au dernier mélange sur lequel nous avons insisté particulièrement, nous pensons qu'on ne peut guère, étant données les autres causes d'erreurs dont l'influence doit s'exercer sur les fruits, la position sur l'arbre et la vie propre à chacun d'eux, trouver une relation plus approchée au point de vue de la richesse saccharine. Nous ferons remarquer que si nous ne retenons que ces deux causes d'erreurs, c'est que nous supposons que les autres ont été éliminées par suite de la provenance d'un même arbre et de la même cueillette; par suite de la composition de l'échantillon moyen faite aussi bien que possible et renfermant des représentants de toutes les grosseurs; par suite du même milieu de garde et de la même puissance de conservation, toutes influences qui ne sont pas probablement éliminées.

Quoi qu'il en soit, en admettant cette hypothèse et poussé toujours par le désir d'en connaître davantage, nous nous sommes demandé si nous ne pourrions pas essayer de déterminer, d'une façon satisfaisante, « l'influence propre à chaque fruit pris isolément ». Dans cet esprit, nous avons choisi parmi les lots qui nous restaient des variétés énoncées précédemment *six fruits* absolument *sains*, mais d'un *volume* complètement différent et constituant les divers degrés de l'échelle de la grosseur particulière à chaque espèce.

TABLEAU N° 5. — TABLEAU EXPRIMANT LA QUANTITÉ DE SUCRE TOTAL, DE TANNIN ET D'ACIDITÉ CONTENUE : 1° DANS CHAQUE POMME D'UN POIDS DÉTERMINÉ; 2° DANS UN KILO COMPOSÉ DES POMMES D'UN POIDS DÉTERMINÉ.

EXPRESSIONS NUMÉRIQUES de la grosseur des fruits.	SUCRE TOTAL évalué en glucose fermentescible.	TANNIN	ACIDITÉ exprimée en $SO^3 HO$.	EXPRESSIONS NUMÉRIQUES de la grosseur des fruits.	SUCRE TOTAL évalué en glucose fermentescible.	TANNIN	ACIDITÉ exprimée en $SO^3 HO$.
DANS CHAQUE POMME D'UN POIDS DÉTERMINÉ.				DANS UN KILO COMPOSÉ DES POMMES D'UN POIDS DÉTERMINÉ.			
AUFRICHE							
Dans la pomme A qui pèse 29.790 gr	3.455 gr	0.095 gr	0.016 gr	Dans un kilo composé de pommes A	115.992 gr	3.196 gr	0.563 gr
— B — 34.813	4.029	0.086	0.026	— — B	115.743	2.493	0.753
— C — 40.532	4.982	0.086	0.025	— — C	122.924	2.135	0.627
— D — 47.145	5.376	0.100	0.029	— — D	114.041	2.135	0.627
— E — 58.870	7.334	0.125	0.048	— — E	124.095	2.135	0.815
— F — 73.183	8.464	0.112	0.045	— — F	115.655	1.542	0.815
Dans un kilo de pulpe provenant des pommes composant l'échantillon moyen...........................					115.232	1.543	0.376
BÉDAN							
Dans la pomme A qui pèse 17.245 gr	1.909 gr	0.036 gr	0.005 gr	Dans un kilo composé de pommes A	110.526 gr	2.030 gr	0.312 gr
— B — 26.933	3.085	0.042	0.011	— — B	114.570	1.570	0.448
— C — 30.618	3.460	0.044	0.015	— — C	113.017	1.448	0.502
— D — 34.888	4.029	0.082	0.015	— — D	115.496	2.366	0.448
— E — 42.095	4.620	0.077	0.021	— — E	109.754	1.841	0.502
— F — 49.903	5.539	0.085	0.025	— — F	111.001	1.713	0.502
Dans un kilo de pulpe provenant des pommes composant l'échantillon moyen...........................					114.688	2.767	0.376

TABLEAU N° 5 (*suite*).

DANS CHAQUE POMME D'UN POIDS DÉTERMINÉ.

EXPRESSIONS NUMÉRIQUES de la grosseur des fruits.		SUCRE TOTAL évalué en glucose fermentescible.	TANNIN	ACIDITÉ exprimée en $SO^3 HO$.
CITRON				
	gr	gr	gr	gr
Dans la pomme A qui pèse	8.068	1.150	0.038	0.012
— B —	14.588	1.973	0.048	0.012
— C —	19.291	2.638	0.057	0.019
— D —	23.735	3.817	0.066	0.020
— E —	33.778	4.749	0.100	0.027
— F —	44.500	5.862	0.169	0.036
PEAU-DE-VACHE				
	gr	gr	gr	gr
Dans la pomme A qui pèse	14.683	2.078	0.064	0.010
— B —	14.800	1.432	0.036	0.015
— C —	20.170	2.795	0.054	0.021
— D —	25.418	3.470	0.090	0.028
— E —	36.890	4.497	0.087	0.036
— F —	42.160	4.969	0.114	0.029

DANS UN KILO COMPOSÉ DES POMMES D'UN POIDS DÉTERMINÉ.

EXPRESSIONS NUMÉRIQUES de la grosseur des fruits.	SUCRE TOTAL évalué en glucose fermentescible.	TANNIN	ACIDITÉ exprimée en $SO^3 HO$.
CITRON			
	gr	gr	gr
Dans un kilo composé de pommes A	142.562	4.709	1.556
— — B	135.200	3.304	0.837
— — C	136.747	4.688	1.573
— — D	142.846	2.490	0.753
— — E	129.126	2.725	0.753
— — F	131.730	3.800	0.816
Dans un kilo de pulpe provenant des pommes composant l'échantillon moyen	137.496	4.156	1.193
PEAU-DE-VACHE			
	gr	gr	gr
Dans un kilo composé de pommes A	134.055	4.369	0.686
— — B	96.756	2.491	1.067
— — C	138.596	2.721	1.063
— — D	136.544	3.560	1.130
— — E	121.923	2.369	1.002
— — F	117.870	2.727	0.689
Dans un kilo de pulpe provenant des pommes composant l'échantillon moyen	131.520	2.018	0.628

Tableau n° 6. — Parallèle entre les quantités de sucre total, de tannin et d'acidité trouvées dans l'analyse directe de l'échantillon moyen et celles qui résultent des moyennes des analyses des six fruits représentant les différentes expressions de la grosseur pour la même variété.

Noms des variétés	Sucre total évalué en glucose fermentescible.	Tannin	Acidité exprimée en SO^3HO.	Sucre total évalué en glucose fermentescible.	Tannin	Acidité exprimée en SO^3HO.
	Dans un kilo de pulpe de l'échantillon moyen.			Dans un kilo de pulpe (moyennes) de six fruits.		
	gr	gr	gr	gr	gr	gr
Aufriche	115.232	1.543	0.376	118.075	2.272	0.700
Bédan	114.688	2.767	0.376	112.394	1.838	0.452
Citron	137.496	4.156	1.193	136.368	3.619	1.018
Peau-de-vache.	131.520	2.018	0.628	124.290	3.039	0.939

§ 3. De l'influence propre à chaque fruit pris isolément et représentant les différentes grosseurs particulières à sa variété.

Le tableau n° 5 mérite une mention particulière en ce sens qu'il contient les analyses de fruits isolés de quatre variétés, ce que nous n'avons pas encore vu relaté dans aucun écrit pomologique. Mais ce qui l'emporte surtout en intérêt, c'est de comparer entre eux les résultats analytiques de ces différents fruits, rapportés à un kilo de pulpe. Et là, il n'y a pas à aller contre, les différences que l'on constate sont bien dues à l'influence de la vie physiologique des fruits puisqu'ils proviennent tous de la même variété, du même arbre et qu'ils ont été conservés dans les mêmes conditions ambiantes.

Nous n'entreprendrons pas d'examiner chaque groupe de fruits un à un; les tableaux 5 et 6 sont tellement clairs, qu'ils parlent d'eux-mêmes. On peut dire d'une façon générale que chaque principe présente à peu près les mêmes faits, c'est-à-dire, qu'à côté d'expressions qui sont absolument identiques et parfois dans le rapport de 3 sur 6, on remarque des écarts étranges. Pour le quantum saccharin, ce sont les variétés Aufriche et Bédan qui montrent la

plus grande concordance ; on trouve dans la première jusqu'à trois quantités absolument semblables. La Citron et la Peau-de-vache, cette dernière surtout, présentent plus d'écarts. Il en est, à peu de chose près, de même pour le tannin et l'acidité. Au reste, si l'on se rapporte au tableau n° 6 qui nous a permis d'établir un parallèle complet entre les résultats donnés par l'analyse directe de la pulpe de l'échantillon moyen de chacune des quatre variétés en présence et les moyennes qui ont été calculées sur les six fruits de chacune des susdites variétés, on constate qu'en envisageant plus spécialement la richesse saccharine, les écarts sont répartis comme il suit : pour l'Aufriche, 3 grammes ; la Bédan, 2 grammes ; la Citron, 1 gramme ; la Peau-de-vache, 7 grammes. Relativement aux autres principes, la relation est loin d'être aussi rapprochée.

En résumé, on voit que même en éliminant les causes d'erreur autant qu'il est possible de le faire, en les ramenant, si l'on peut parler ainsi, à leur plus simple expression, c'est-à-dire en opérant sur des fruits de variétés et de provenance identiques, on ne peut s'empêcher de relever des écarts plus ou moins grands. Maintenant, comment expliquer que, sur six fruits, certains d'entre eux puissent présenter une concordance presque complète sous le rapport du titre saccharin, tout en accusant une différence très élastique entre les autres principes ? Ceci, doit être évidemment le secret de la vie physiologique et, quelque loin que l'on puisse aller dans la voie analytique, il y aura probablement toujours quelque point au delà qui restera impénétrable ; toutefois, tant qu'il existera, le chercheur ne se tiendra pas pour satisfait, et sans se demander qu'elle en sera l'issue, il continuera ses investigations.

§ 4. De l'influence du blessissement et de la pourriture.

Il arrive malheureusement trop souvent que les fruits, après avoir parcouru les différentes phases de la maturité, ont épuisé leur puissance ou coefficient de conservation et qu'ils tombent au pouvoir du blessissement d'abord et finalement de la pourriture. Nous ne nous étendrons point sur les conséquences nuisibles qui résultent du mélange des fruits pourris aux fruits sains dans la fabrication du cidre; nous renverrons le lecteur à un travail spécial, que

nous avons fait sur ce sujet et qui a paru dans le *Journal de l'agriculture*[1].

Nous n'avons pour but en parlant de ces fruits altérés, que de signaler aux chimistes une des causes d'erreurs contre laquelle ils ne sont pas prémunis suffisamment. En effet, il est tenu pour certain, par la généralité des personnes qui s'occupent de pomologie, que les fruits atteints de pourriture ne contiennent plus qu'une quantité infime des principes qu'ils renferment à l'état sain et que les sucres notamment, y font presque absolument défaut. La question est complexe, et sans être absolument de l'avis de Brébisson qu'on est tout étonné de rencontrer dans le groupe de ceux qui admettent que les fruits pourris sont indispensables dans la préparation d'un bon cidre, on ne peut pas davantage partager celui des personnes qui demandent que l'on jette ces fruits sans essayer d'en tirer parti.

Il importe beaucoup d'établir une distinction; il y a deux sortes de pourritures : la *blonde* et la *noire*. La première constitue la période de transition entre l'état sain et la pourriture noire; elle équivaut à la période du blessissement chez les poires. La seconde est la phase de décomposition qui précède de peu la dissociation complète des principes organiques. Nos recherches chimiques, exécutées sur un grand nombre d'échantillons, nous ont appris que, à l'exception de la période absolument ultime où la décomposition de toutes les parties constituantes atteint son maximum, même les fruits pourris noirs conservent encore une certaine quantité de sucre. Dans la note que nous avons citée quelques lignes plus haut, on trouve consignés des faits qui peuvent paraître extraordinaires et qui sembleraient, jusqu'à un certain point, donner gain de cause à ceux qui conseillent l'emploi de ces fruits si l'on ne savait pas que, pour des raisons absolument justes et sur lesquelles nous nous étendons longuement, il faut les bannir impitoyablement des mélanges destinées au pressoir. Malgré notre renvoi à la susdite note, nous croyons cependant utile d'appuyer nos assertions en donnant ici les quelques analyses que nous avons faites cette année, d'autant plus qu'elles présentent les cas dont nous venons de parler.

1. Note sur l'utilisation des pommes atteintes de pourriture blonde et noire, page 586, tome Ier, n° 887.

TABLEAU N° 7. — TABLEAU EXPRIMANT LA DENSITÉ, LES QUANTITÉS DE SUCRE TOTAL, DE TANNIN ET D'ACIDITÉ CONTENUES, POUR LE MÊME ÉCHANTILLON, DANS UN LITRE DE MOUT ET DANS UN KILO DE PULPE DE FRUITS ATTEINTS DE POURRITURE BLONDE ET NOIRE.

DATES des analyses.	DENSITÉ par la méthode du flacon à 15°.	SUCRE TOTAL évalué en glucose fermentescible.	TANNIN	ACIDITÉ exprimée en SO^3HO.	SUCRE TOTAL évalué en glucose fermentescible.	TANNIN	ACIDITÉ exprimée en SO^3HO.
1888		DANS UN LITRE DE MOUT.			DANS UN KILO DE PULPE.		
31 janv.	1069.6	125.00	1.128	2.983	—	—	—
2 février	1072 3	129.410	1.009	3.642	107.552	0.473	2.009
8 février	1102.9	160.264	2.731	1 695	124.736	2.375	1.758

En examinant ce tableau, on voit de suite que les densités sont très élevées et que la dernière, qui est spéciale aux fruits atteints de pourriture noire, monte à 1102,9. Voilà certes un fait qui paraîtra extraordinaire et qui n'est cependant que l'expression de la vérité; et nous pouvons ajouter qu'il ne nous a pas été donné de rencontrer souvent une densité semblable dans les variétés d'élite ! Si de là on passe à la richesse saccharine, on constate que le moût comme la pulpe accusent dans leurs échantillons une quantité de sucre qui n'est pas à dédaigner. Il est vrai de dire que, pour ceux qui connaissent la question, le quantum saccharin est loin d'être en rapport avec la densité, et c'est là précisément ce qui met en éveil sur un moût quelconque présentant cette anomalie.

Le tannin s'y montre aussi et même d'une façon notable. Mais, impartial avant tout, nous ne voudrions point affirmer que la méthode de Lœwenthal, dans le cas des fruits pourris, ne soit pas influencée par des substances autres que les tannins, bien que nous ayons constaté cet élément dans des fruits identiques, en suivant une méthode de dosage en poids absolument certaine; nous émettons donc des doutes sur la totalité de celui qui est exprimée ici. Quant à l'acidité, et c'est un des caractères de ces fruits, elle est toujours bien supérieure au degré qu'elle obtient dans les fruits normaux; de plus, dans la pourriture blonde, elle l'emporte sur celle de la pourriture noire.

C'est à cet ensemble de faits que nous faisions allusion, quand, au début de ce mémoire, nous disions (page 266) : « Il ne faut pas se contenter dans un marché d'analyser les fruits ; leur *conservation* a une importance non négligeable et il est nécessaire d'en tenir compte. Nous démontrerons plus loin que, dans le cas des fruits atteints de blessissement, voire même d'un peu de pourriture, l'analyse seule pourrait faire fausse route, etc. »

En résumé, si nous nous sommes, à dessein, longuement étendu sur les principales influences qui peuvent amener des causes d'erreurs dans les analyses des fruits de pressoir, c'est que nous avons voulu mettre les chimistes en garde contre elles, leur montrer toute l'importance d'une composition aussi judicieuse que possible de l'échantillon moyen et les empêcher d'être trop affirmatifs sur des questions qui, à notre avis, appellent encore de nombreuses années de recherches avant d'être bien connues. Et s'il importe surtout dans de semblables études et dans l'impossibilité où l'on est, au moins quant à présent, d'expliquer certains phénomènes inhérents à la vie physiologique, de faire preuve de la plus grande circonspection, cependant tout en regrettant profondément de ne pouvoir apporter dans ces analyses la précision mathématique si chère à l'esprit, il convient néanmoins de se servir des résultats obtenus pour le mieux du but que l'on poursuit, d'autant plus que les efforts faits dans cette voie produisent une notable amélioration de l'état de choses actuel.

TROISIÈME PARTIE

PARTIE PRATIQUE

CHAPITRE Ier.

DU COMMERCE RATIONNEL DES FRUITS DE PRESSOIR.

Le commerce des fruits de pressoir, pour être rationnel, doit reposer sur leur *valeur réelle* établie sur l'*analyse chimique* et confirmée par l'*observation*. A l'analyse d'indiquer les principes utiles, indifférents ou nuisibles qu'ils renferment, d'en fixer la quantité et d'en déterminer le prix marchand en raison de l'importance de leur rôle, dans la boisson finale, à l'observation de vérifier si les résultats analytiques s'appliquent bien à des fruits en possession de l'état normal propre à la variété, de rechercher dans quelle proportion ils peuvent s'en éloigner, et d'apporter son contingent de renseignements spéciaux inhérents aux origines de la production. Intimement liées, quoique d'essence différente, elles doivent, sans empiéter l'une sur l'autre, se compléter mutuellement.

§ 1. Commerce théorique.

Après avoir examiné, comme nous l'avons fait, les résultats auxquels on arrive par l'une et l'autre méthode, convient-il de faire un choix entre elles? Faut-il se demander sur quelle partie des fruits on doit se baser? sur le moût, ou sur la pulpe? La première méthode a pour elle la rapidité et la facilité du mode opératoire; la seconde, une plus grande exactitude. Mais sans vouloir prendre partie pour l'une ou pour l'autre, puisque toutes les deux elles ont leurs avantages et leurs inconvénients, nous pensons qu'il est plus utile de chercher le moyen le plus simple de servir indifféremment de l'une et de l'autre selon les besoins de la cause.

Nous croyons avoir réussi en ramenant à un kilo de moût la richesse saccharine moyenne attribuée à un litre; les densités restent les mêmes. Nous donnons ci-dessous le tableau de ces conversions pour les pommes et les poires.

TABLEAU N° 8. — TABLEAU INDIQUANT LES CONVERSIONS DES MOYENNES SACCHARINES TROUVÉES DANS UN LITRE DE MOUT; EN MOYENNES POUR UN KILO, POUR LES DENSITÉS CORRESPONDANTES.

DENSITÉS	MOYENNES	DENSITÉS	MOYENNES	DENSITÉS	MOYENNES	DENSITÉS	MOYENNES
			1° POMMES.				
1041	96 gr.	1050	111 gr.	1059	124 gr.	1068	139 gr.
1042	97	1051	112	1060	125	1069	141
1043	98	1052	113	1061	128	1070	142
1044	100	1053	114	1062	129	1071	143
1045	101	1054	116	1063	130	1072	144
1046	102	1055	119	1064	131	1073	147
1047	104	1056	121	1065	134	1074	148
1048	105	1057	122	1066	136	1075	149
1049	107	1058	123	1067	137	1076	150
			2° POIRES.				
1043	91 gr.	1051	101 gr.	1059	112 gr.	1067	127 gr.
1044	92	1052	102	1060	114	1068	128
1045	93	1053	104	1061	115	1069	129
1046	94	1054	106	1062	116	1070	130
1047	96	1055	107	1063	122	1071	131
1048	97	1056	108	1064	123	1072	133
1049	99	1057	109	1065	124		
1050	100	1058	111	1066	125		

De cette façon les deux méthodes se trouveraient confondues puisque, dans le cas où on voudrait être fixé sur la valeur d'une variété en n'ayant que la densité de son jus, en se reportant au tableau, on trouve aussitôt son titre saccharin pour un kilo. Il y a bien la question du rendement du jus qui constitue le point vulnérable, mais si l'on voulait opérer d'une façon qui ne laissât rien à désirer, il faudrait connaître le rendement particulier à chaque variété et encore à toutes les phases de la maturité de garde, ce qui nous paraît impossible et, du reste, nullement en rapport avec les résultats. Mais nous y reviendrons plus loin.

Détermination de la valeur marchande des fruits de pressoir.

La valeur marchande des fruits de pressoir est corrélative de la différence entre la somme de leurs éléments utiles et celle de leurs éléments inutiles ou nuisibles, dans la proportion indiquée par les formules que nous désignons sous le nom de *Carpoprasimétriques*[1].

1. Καρπος, fruit, πράσισ, vente, μετρον mesure.

Si la richesse saccharine était directement proportionnelle à la densité, on s'appuierait absolument sur elle pour fixer la plus grande partie de la valeur des fruits de pressoir, mais bien qu'il n'en soit pas complètement ainsi, on doit, et nous le faisons, lui accorder la part qui revient à son importance.

Disons de suite que l'unité de vente ne devrait plus être le volume mais le poids et nous proposons *cent kilos* en remplacement des mesures en usage : *razières, bartées, demi-hectolitre.*

A. POMMES.

Pour établir la valeur marchande des cent kilos de pommes, nous nous basons sur ce que le prix moyen du demi-hectolitre de ces fruits, provenant des meilleurs crus du Pays d'Auge atteint généralement 2 fr.50. Or ce demi-hectolitre pèse environ 25 kilos (un peu moins plutôt). De là la fixation du prix des 100 kilos à 10 francs. Mais, et c'est là le point essentiel, nous n'attribuons cette somme qu'à la condition expresse que les fruits répondent à la formule que nous donnons ci-dessous; qu'ils fournissent un jus d'une densité égale à 1060 ou une pulpe titrant 125 grammes de sucre total par kilo. Comme on le voit, c'est la moyenne de la densité indiquée par la méthode expérimentale qui constitue le centre de l'échelle de la valeur commerciale.

Ceci admis, pour connaître la part proportionnelle de chacun des éléments constituants des fruits, il ne reste plus qu'à décomposer la valeur réelle, en raison de la formule spéciale à chacune des deux catégories de fruits : pommes et poires. :

Voici la formule carpoprasimétrique applicable aux pommes.

Éléments utiles......	Sucre total............... constitue les	8/10	du prix marchand.
	Tannin (au-dessus de 2 grammes). —	1/10	
Conservation des fruits, aussi près que possible de l'état sain.	—	1/10	
Éléments indifférents.	Tannin jusqu'à 2 grammes...........		n'interviennent pas dans la fixation du prix marchand.
	Matières pectiques jusqu'à 12 grammes.		
	Acidité jusqu'à 2 grammes...........		
Éléments nuisibles...	Matières pectiques au delà de 12 gr.		aa 1/10 à déduire du prix marchand établi par la table commerciale.
	Acidité au delà de 2 grammes....		

Nous donnerons ici la table que nous avons dressée à ce sujet :

TABLEAU N° 9. — TABLE DE LA VALEUR COMMERCIALE DES POMMES A CIDRE BASÉE SUR LA FORMULE CARPOPRASIMÉTRIQUE, POUR L'UNITÉ DE VENTE, CENT KILOS.

En admettant que les fruits soient normaux, dans le cas contraire, il y aurait à appliquer les déductions indiquées par la formule spéciale.

DENSITÉS	MOYENNES	PRIX	DENSITÉS	MOYENNES	PRIX	DENSITÉS	MOYENNES	PRIX	DENSITÉS	MOYENNES	PRIX
	Gr.	Fr.		Gr.	Fr.		Gr.	Fr.		Gr.	Fr.
1041	96	7.68	1050	111	8.88	1059	124	9.92	1068	139	11.12
1042	97	7.76	1051	112	8.96	1060	125	10 —	1069	141	11.28
1043	98	7.84	1052	113	9.04	1061	128	10.24	1070	142	11.36
1044	100	8. —	1053	114	9.12	1062	129	10.32	1071	143	11.44
1045	101	8.08	1054	116	9.28	1063	130	10.40	1072	144	11.52
1046	102	8.16	1055	119	9.52	1064	131	10.48	1073	147	11.76
1047	104	8.32	1056	121	9.68	1065	134	10.72	1074	148	11.84
1048	105	8.40	1057	122	9.76	1066	136	10.88	1075	149	11.92
1049	107	8.56	1058	123	9.84	1067	137	10.96	1076	154	12.32

Modèles de vente d'après notre projet théorique. Bien que le fonctionnement de notre table soit très facile, nous préférons cependant le montrer par des exemples de vente selon les différents cas qui peuvent se présenter.

Premier cas : les fruits sont *normaux*. Tout en acceptant la formule carpoprasimétrique dans son entier les parties en présence demandent la *densité* comme premier renseignement. C'est le cas le plus simple. (Il est bien entendu que, par fruits normaux, nous désignons des fruits dont le tannin s'élève au-dessus de 2 grammes ; dont les matières pectiques et l'acidité sont inférieurs l'une à 12 grammes, l'autre à 2 grammes, dont la conservation est aussi bonne que possible).

Quel sera alors le prix de vente de 50,000 kilos de pommes dont la densité du jus est égale à 1058 à + 15° ? En se reportant

à la table de la densité 1058, on voit que le quantum saccharin est 123 grammes par kilo et le prix total est de 9 fr.84. Comme nous avons supposé que les fruits étaient normaux, il n'y a donc plus pour connaître le prix des 50,000 kilos qu'à multiplier celui des des 100 kilos par 500, on obtient 4,920 francs qui est le prix demandé.

Deuxième cas : *les fruits sont anormaux* : le tannin est inférieur au titre fixé; l'acidité, au contraire, est supérieure ; les matières pectiques se tiennent dans la limite voulue, mais la conservation est défectueuse. Il y a lieu d'appliquer les déductions indiquées par la formule. Quel serait alors dans ce cas le prix des 50,000 kilos de pommes dont la densité du jus reste la même 1058 ?

En conséquence de ce que nous avons dit ci-dessus, il faut donc déduire du prix de vente : 1° Un dixième pour le cas du tannin; 2° un dixième pour l'acidité en excès; 3° Un autre dixième pour la mauvaise conservation des fruits, soit 3/10, ce qui ramène le prix des 100 kilos de 9 fr.84 à 6 fr.988 et celui des 50,000 kilos à 3,494 francs.

Or si l'on compare les deux sommes, l'une 4,920 provenant de fruits normaux et l'autre 3,494 attribuée à des fruits défectueux, la différence, 1,426 francs, rendra tangible pour tout le monde l'importance que l'on doit attacher à la production et à la conservation des fruits d'élite.

Maintenant, il va de soi qu'au lieu de prendre pour base du premier renseignement la densité, on peut avoir recours au titre saccharin. La marche est absolument la même, puisque la table répond aux deux exigences.

L'important est de spécifier l'application intégrale de la formule carpoprasimétrique.

B. POIRES.

Dans tous les pays cidricoles les poires ont une valeur commerciale moindre que les pommes ; sans en rechercher les raisons, sans nous rendre compte s'il est justifié, nous constatons le fait, et le tenons pour acquis. Or, si l'on se reporte à notre mémoire sur les relations de la densité et de la richesse saccharine[1], on voit que le centre de la densité est placé sur 1,053; par suite, c'est sur elle

1. Voir loco citato.

que nous échafaudons notre évaluation marchande. Nous estimons à 6 francs les 100 kilos de poires dont le jus accuse une densité égale à 1053, ou la pulpe, un titre saccharin de 104 grammes par kilo. Mais comme les poires, en raison de la destination différente des boissons qu'on peut préparer avec elles, exigent une attention toute particulière, c'est aux acheteurs à se préoccuper de la composition chimique de ces fruits et d'après cela à demander l'application de la formule qui les intéresse davantage.

Voici les deux formules carpoprasimétriques applicables aux poires, en raison de la destination des poirés.

a. Poires destinées à fournir des *poirés* pour la *boisson* :

Éléments utiles......	Sucre total..............	composerait les 7/10	du prix marchand.
	Tannin (au-dessous de 3 gr).	— 1/10	
	Matières pectiques (au-dessus de 2gr.).	— 1/10	
Conservation aussi bonne que possible et le plus près de l'état sain.		— 1/10	

Éléments indifférents.	Matières pectiques (au-dessous de 2 gr.).	n'interviennent pas dans la fixation du prix marchand.
	Acidité (au-dessous de 4 grammes)....	

Éléments nuisibles...	Tannin au-dessus de 3 grammes)...	aa 1/10 à déduire du prix marchand.
	Acidité (au-dessus de 4 grammes)..	
Conservation des fruits laissant à désirer..............		

b. Poires destinées à fournir des *poirés* pour la *distillation* :

Éléments utiles......	Sucre total..............	composerait les 8/10	du prix marchand.
	Tannin (au-dessus de 4 gr.).	— 1/10	
Conservation aussi près que possible de l'état sain.		— 1/10	

Éléments indifférents.	Tannin (au-dessous de 4 grammes)............	n'interviennent pas dans la fixation
	Acidité (au-dessous de 5 grammes)............	
	Matières pectiques (à quelque dose que ce soit).	

Élément nuisible.....	Acidité (à partir de 5 grammes).....	aa 1/10 à déduire du prix marchand.
Conservation des fruits laissant à désirer..............		

Voici, à l'appui, la table que nous avons dressée :

TABLEAU N° 10. — TABLE DE LA VALEUR COMMERCIALE DES POIRES DE PRESSOIR BASÉE SUR LA FORMULE CARPOPRASIMÉTRIQUE, POUR L'UNITÉ DE VENTE, CENT KILOS.

En admettant que les fruits soient normaux; dans le cas contraire et en raison de la destination des fruits, il y aurait à appliquer les déductions indiquées par les formules spéciales.

DENSITÉS	MOYENNES	PRIX	DENSITÉS	MOYENNES	PRIX	DENSITÉS	MOYENNES	PRIX	DENSITÉS	MOYENNES	PRIX
	Gr.	Fr.		Gr.	Fr.		Gr.	Fr.		Gr.	Fr.
1043	91	5.18	1051	101	5.75	1059	112	6.38	1067	127	7.23
1044	92	5.24	1052	102	5.85	1060	114	6.49	1068	128	7.29
1045	93	5.30	1053	104	6.00	1061	115	6.55	1069	129	7.35
1046	94	5.35	1054	106	6.04	1062	116	6.61	1070	130	7.41
1047	96	5.47	1055	107	6.09	1063	122	6.95	1071	131	7.46
1048	97	5.52	1056	108	6.15	1064	123	7.01	1072	133	7.58
1049	99	5.64	1057	109	6.21	1065	124	7.06			
1050	100	5.70	1058	111	6.32	1066	125	7.12			

Les exemples de vente que nous avons donnés au sujet des pommes nous dispensent d'en citer pour les poires; le fonctionnement de la table est le même et il n'y a qu'à stipuler les cas particuliers de la destination des fruits. C'est affaire d'entente entre les parties en présence.

Tel devrait être le commerce des fruits de pressoir pour être rationnel, mais quand on constate l'effort qu'il faudrait faire pour l'appliquer, alors que celui qui existe ne repose sur rien de sérieux, on ne peut avoir d'illusion sur le sort qui lui serait réservé : en demander l'application immédiate serait courir au devant d'un échec complet. Aussi l'avons-nous baptisé du nom de commerce théorique.

§ 2. Du commerce pratique transitoire.

Mais que pourrait-on faire pour modifier l'état de choses actuel? Quel projet de commerce obtiendrait un accueil favorable et, quoique

transitoire, dans notre pensée, serait capable de préparer l'adoption de celui que nous avons exposé ci-dessus.

Dans un mémoire plusieurs fois cité déjà[1], nous avons montré que les relations de la densité et de la richesse saccharine ne sont point absolument proportionnelles ; d'un autre côté, les vergers sont et seront longtemps encore encombrés de variétés au-dessous de la moyenne, comme valenr; de telle sorte que les marchés, pendant un temps qu'on ne peut fixer, mais qu'on peut évaluer à un assez grand nombre d'années, n'auront lieu que sur des espèces d'une faible densité et fort peu riches en tannin; de plus, les cultivateurs, propriétaires et fermiers, dont la défiance à l'égard des choses nouvelles n'a d'égale que leur entêtement dans les anciennes, ne se départiront de leur réserve routinière qu'autant qu'ils pourront contrôler eux-mêmes la base du commerce qu'on cherchera à leur imposer.

Pour ces différentes raisons, et surtout dans l'impossibilité où l'on est de mettre nos idées à exécution, nous proposons le projet suivant que nous donnons comme : *Commerce pratique transitoire des fruits de pressoir*. Pour le ramener à son fonctionnement le plus simple, nous l'établissons: 1° *Sur la connaissance de la richesse saccharine par celle de la densité;* 2° *Sur l'état de conservation des fruits*. Nous en retirons forcément les dosages du tannin, des matières pectiques et de l'acidité qui sont au-dessus de ce qu'on peut demander à des cultivateurs.

La densité devient par suite l'arbitre de la valeur commerciale des fruits de pressoir et il ne reste plus qu'à savoir la prendre avec toutes les précautions qu'elle exige pour fournir des résultats sérieux, ce qui est relativement facile à des gens intelligents et adroits. Le point important est de toujours opérer à la température constante de + 15° afin que les résultats soient comparables.

Par ce nouveau procédé la formule d'évaluation du prix marchand, bien que l'unité de vente reste la même, se trouve ramenée aux deux termes suivants :

Sucre total composant les 9/10 du prix marchand ;

Conservation des fruits aussi près que possible de l'état sain composant 1/10 du prix.

1. Des relations de la densité, etc.

Au point de vue de leur classement nous divisons les fruits en quatre catégories comme il suit :

TABLEAU N° 11. — TABLEAU INDIQUANT LE CLASSEMENT DES FRUITS EN QUATRE CATÉGORIES SELON LEUR DENSITÉ, LEUR RICHESSE SACCHARINE AINSI QUE LEUR VALEUR COMMERCIALE POUR L'UNITÉ DE VENTE, 100 KILOS.

CATÉGORIES	DIFFÉRENTES qualités des fruits.	EXPRESSIONS de la densité.	MOYENNES SACCHARINES par kilo de moût.	PRIX MOYEN pour 100 kilos.
		A. POMMES.		
1re	médiocres.	jusqu'à 1044.	jusqu'à 100 gr.	6 fr. 25
2e	moyens bons.	de 1045 à 1063.	de 101 à 130 gr.	8 75
3e	très bons.	de 1064 à 1075.	de 131 à 150 gr.	11 25
4e	supérieurs.	à partir de 1076.	à partir de 151 gr.	prix proportionnel au titre saccharin.
		B. POIRES.		
1re	médiocres.	jusqu'à 1044.	jusqu'à 92 gr.	4 fr. 75
2e	moyens bons.	de 1045 à 1060.	de 93 à 114 gr.	5 90
3e	très bons.	de 1061 à 1070.	de 115 à 130 gr.	7 05
4e	supérieurs.	à partir de 1071.	à partir de 131 gr.	prix proportionnel au titre saccharin.

Ce projet se recommande par sa grande simplicité : il est à la portée de tous. Si le prix marchand n'est pas directement proportionnel au titre saccharin (il est égal à la moyenne des prix particuliers à chaque série), d'un autre côté les déductions qu'il pouvait subir du fait de certains principes, tannin, acidité, etc., ont été supprimées ; il n'en reste plus qu'une, l'état de conservation, et on avouera qu'il serait difficile de n'y pas tenir. Il résulte donc que s'il ne répond pas aux desiderata que nous voudrions tant voir réalisés, il n'en constitue pas moins un réel progrès sur l'état de choses actuel. En outre, en ne subordonnant le prix marchand qu'à deux facteurs déjà connus des producteurs, le sucre et la conservation, qu'ils peuvent apprécier eux-mêmes, il a l'avantage de ne point les épouvanter tout d'abord. Par suite, lorsque certains d'entre eux plus audacieux l'auront expérimenté, lorsque les brasseurs qui y

sont si intéressés l'auront exigé comme base de leurs transactions, il fera alors le tour des pays cidricoles, en attendant le moment où mieux éclairés sur leurs vrais intérêts, producteurs, consommateurs et industriels en arriveront enfin à n'employer que le premier procédé, le seul qui soit digne d'être appelé : Commerce rationnel des fruits de pressoir.

Avant de clore ce chapitre nous devons nous expliquer sur un point qui ne laisse pas d'offrir un certain intérêt, nous voulons parler du rendement en jus des fruits de pressoir. Exactement connu il nous eût servi dans la composition des tables. Il est admis sans conteste que les poires contiennent plus de jus que les pommes, mais où l'accord cesse, c'est quand il s'agit de fixer la proportion. Pour la généralité il y a un grand écart. Nous n'avons point fait d'expériences précises à ce sujet et nous ne pouvons donc trancher la question, mais nous ne croyons pas que l'écart ait l'amplitude qu'on lui assigne. En émettant cette hypothèse nous entendons parler non point du rendement obtenu, mais de celui qui pourrait l'être si l'on s'y prenait en conséquence. Il est notoire que la presse hydraulique ne dépasse jamais 80 p. 100 pour les pommes, 90 à 92 chez les poires. Mais si l'on employait un autre moyen que cet agent ; si l'on avait recours à la méthode de diffusion, nouveau procédé préconisé per M. Fossier; à quel résultat arriverait-on? D'après lui, en traitant la pulpe des pommes par son procédé, on retirerait facilement 95 p. 100 en poids. Or pense-t-on que les poires puissent donner davantage? On pourrait donc avancer que l'écart entre le rendement en jus des pommes et des poires peut être ramené à 5 p. 100 quand on emploie une méthode capable d'épuiser complètement ces deux genres de fruits. Pour nous, la cause à laquelle est due le faible rendement habituel des pommes comparé à celui des poires tient surtout à la nature mucilagineuse du jus chez les premiers de ces fruits. Ce sont les matières pectiques qui, en épaississant le liquide, le suc qui les tient en dissolution, offrent une énergique résistance à son expulsion des cellules des fruits, surtout lorsque la pression qu'elles supportent est aussi faible que celle qui résulte des pressoirs employés dans les campagnes. La proportion de 80 p. 100 de jus obtenu des pommes à l'aide de la presse hydraulique a été longtemps mise en doute par les cultivateurs dont le mouton et l'arbre n'arrivaient jamais à produire plus de 40 à 45 p. 100, et encore? En fait d'écart, en

voici un qui peut compter : 45 p. 100 d'une part et 80 p. 100 de l'autre.

A l'appui de la thèse que nous venons de soutenir, nous ajouterons que les variétés qui ne sont pas mucilagineuses, telles que la Joly rouge, la Cimetière, la Bédan, les Binets, etc., donnent beaucoup plus de jus que celles qui le sont : l'Herbage sec, la Bouteille, la Citron, la Moulin à vent, la Marin-Onfroy, etc. Il en est de même chez les poires dont certaines variétés sont très peu juteuses alors que d'autres semblent se condenser en jus sous la pression. Dans nos études générales sur ces deux catégories de fruits, il nous est arrivé très souvent de rencontrer des espèces de pommes et de poires qui étaient dans un état de maturité telle qu'il était complètement impossible d'en tirer un centimètre cube de jus, telle, chez les poires, la variété Ruet. Nous pensons donc qu'il y a lieu de revenir à une plus juste appréciation dans le rendement en jus et que l'écart absolu qui existe entre ces deux sortes de fruits n'est point à beaucoup près aussi grand qu'on l'a prétendu et qu'on le prétend encore. Toutefois, avant de nous prononcer, nous attendons d'avoir fait des expériences particulières sur ce sujet.

CHAPITRE II

DES AVANTAGES ET DES CONSÉQUENCES DU COMMERCE RATIONNEL DES FRUITS DE PRESSOIR.

Sans parler de la satisfaction profonde que tout esprit cultivé éprouve en constatant l'entrée dans un ensemble harmonique d'un système de faits absolument logiques, on peut dire, tout en restant sur le domaine de la pratique, que le commerce rationnel des fruits de pressoir est la clef de voûte de toute amélioration se rattachant aux pommiers et à ses produits. Nous allons essayer de le démontrer.

Création méthodique des pépinières. — Ce n'est un mystère pour personne que les vergers de tous les pays cidricoles sont envahis par une foule de variétés, connues et inconnues, d'une valeur dérisoire et que ce n'est qu'à grand peine si dans cette multitude on arrive à en trouver une trentaine que l'on puisse recommander

hautement. Et, si cet état de choses qui remonte à près de trois siècles semble s'aggraver malheureusement d'année en année, cela tient à ce qu'il n'y a aucune répression effective, car nous assimilons la propagation des espèces médiocres à un délit commercial. Les pépiniéristes, à peu près dépourvus, en général, des connaissances scientifiques usuelles, inhérentes à leur métier, et n'étant retenus par quoi que ce soit, n'obéissent qu'à leur esprit de lucre et créent des pépinières, comme d'autres cultivent leurs champs, au hasard. Les pépins, origines et espérances des vergers futurs, qui, dans la main d'hommes imbus des idées de la sélection, peuvent devenir la souche de variétés d'élite, sont pris parmi ces mêmes espèces médiocres, de telle sorte que, cercle fatal, ils continuent de multiplier celles qu'ils devraient aider à extirper. Mais ce n'est pas tout. Le pépin, levé, grandi, devenu ente accentue encore le péril : est-il de belle venue? a-t-il des feuilles larges et luisantes? il est destiné, sans autre preuve à l'appui, à constituer une nouvelle variété qui, selon toutes les probabilités, se montrera aussi mauvaise que celle dont il provient; ou bien alors, nouveau patient végétal, il servira de porte-greffe à une des mille espèces dont la seule qualité sera peut-être une vigueur exceptionnelle. Comment s'étonner, après cela, de ce que la moyenne de la valeur des fruits à cidre soit si abaissée?... Tandis que si le commerce rationnel était appliqué, il est évident que le changement ne serait pas immédiat, mais comme l'intérêt serait tangible pour tous, comme les multiples recommandations qu'on fait en pure perte depuis deux siècles seraient, cette fois, appuyées sur un tarif exigible en espèces sonnantes, alors bon gré, mal gré il se produirait d'abord un arrêt dans l'envahissement progressif des variétés nulles. Puis, petit à petit, les premiers intéressés, les producteurs, constatant l'impossibilité de vendre leurs fruits autrement que d'après leur valeur, ce qui amoindrirait sensiblement leur revenu, finiraient par s'efforcer de réagir.

Ils se retourneraient contre les pépiniéristes et ceux-ci acculés à cette alternative ou de ne plus vendre d'arbres ou de n'en vendre que de bons au point de vue de la sorte du fruit, se verraient forcés de quitter leurs errements et de suivre une méthode quelque peu scientifique ou tout au moins rationnelle.

Limitation des variétés. — Arrivé à ce point, il conviendrait de faire un choix sévère et raisonné dans la foule des espèces exis-

tantes. Il ne faudrait pas craindre d'élaguer. Un nombre restreint de bonnes variétés simplifierait beaucoup la question tout en satisfaisant à tous les besoins. Il y aurait même un avantage sérieux pour les transactions futures, car il serait plus facile d'étudier à fond 20 variétés que 500, et partant on pourrait espérer de traduire en analyses justes les différentes phases de la vie physiologique des fruits. Nous pensons que vingt variétés de pommes et dix de poires seraient un nombre suffisant pour parer à toutes les éventualités de la récolte.

Voici les noms de celles que nous proposons pour le Pays d'Auge; on peut les regarder comme le produit d'une vraie sélection.

A. Pommes.

1re saison : *Girard, Petit-Doucet.*

2e saison : *Bergerie, Cimetière, Domaines, Fréquin rouge, Grosse-Matois, Longuet, Joly rouge, Orpolin.*

3e saison : *Alison, Aufriche, Bédan, Bédant-au-Gros, Binet gris, Citron, Or-Milcent, Rouge-bruyère, Saint-Martin.*

B. Poires.

1re saison : *Hecto, Ognonnet.*

2e saison : *Carisy blanche, grise, Hautpin.*

3e saison : *Fer, Gris de loup, Grise, Ivoie, Nérousse.*

Il est certain que l'on pourrait encore faire un tri parmi elles, mais il est bon de ne pas oublier qu'il en faut pour tous les terrains et toutes les altitudes; il en faut surtout un nombre suffisant pour s'assurer une récolte et, comme les meilleures variétés au point de vue analytique ne sont point celles qui sont le plus fertiles, il importe de tout prévoir et pour cela de réunir dans un verger celles qui possèdent une qualité réellement maîtresse et pour nous la fertilité en est une.

Conservation des fruits. — Une autre conséquence du commerce rationnel sera la meilleure conservation des fruits. Il n'est personne qui, ayant été mêlé aux travaux de la campagne au moment de la récolte, ne sache que les fruits sont généralement ramassés dans les conditions les plus défavorables. Par suite de l'insuffisance des greniers, les pommes sont entassées pêle-mêle sous une épaisseur

très irrégulière et qui dépend absolument de la quantité que l'on a à emmagasiner, un mètre ou deux, si faire se peut, tandis qu'il est bien avéré qu'il ne faut pas dépasser 0^m,60 à 0^m,80 centimètres afin d'éviter l'échauffement des couches sous jacentes et la pourriture qui se déclare assez rapidement, surtout si les fruits ont été rentrés mouillés. Or, comme dans notre système nous accordons à la conservation, à l'état sain un dixième de la valeur totale du prix marchand, il se trouve par là qu'il y a un intérêt direct à les bien surveiller pour éviter toute déperdition de ce chef. D'un autre côté, les cultivateurs, sachant que les acheteurs feront l'analyse de leurs variétés, pour éviter la perte de temps qui résulterait du tri qu'ils seraient obligés de faire au moment de la vente, auront tout profit à l'établir eux-mêmes auparavant, au moment de la récolte. Ce serait là encore une excellente mesure qui, en outre de ce que nous venons de dire, permettrait non seulement de ne brasser les fruits que lorsqu'ils auraient atteint une maturité de garde à peu près uniforme, mais encore qui faciliterait l'assortiment raisonné des mélanges destinés à la préparation du cidre ou du poiré.

De la vente elle-même. — Cette opération qui jusque-là a été tenue en dehors de toute méthode deviendrait rationnelle : les fruits seraient vendus en raison de leur valeur réelle, ce qui nous paraît de toute justice. L'on se demande même comment il se fait qu'on n'y ait pas encore songé plus tôt; comment on a pu tolérer un tel déni de commerce?

La substitution du *poids* au *volume*, à la mesure, offre ce grand avantage de donner un peu plus de précision et de régularité à la vente elle-même et par ailleurs de lui enlever les mesquineries qui l'accompagnaient si souvent. Qui n'a pas été témoin des récriminations souvent acerbes qui s'élevaient entre les parties qui se trouvaient toujours lésées, suivant que la mesure n'était pas assez grande ou assez remplie, ou tout le contraire? L'unité de vente 100 kilos rentre totalement dans le système français des poids et mesures; au point de vue du transport elle facilite le travail des chemins de fer, comme d'un autre côté elle permet de se rendre compte plus rapidement des résultats analytiques. Quant au prix, nous ne prétendons pas l'imposer. Celui que nous avons donné nous paraît en toute sincérité applicable au Pays d'Auge; nous ne voyons pas plus loin. Si l'on nous faisait une objection sur la mobilité du prix, nous répondrions qu'il est en effet presque impossible

d'attribuer aux fruits de pressoir une valeur absolument stable, puisque comme tout ce qui est soumis au commerce ils sont sujets aux fluctuations de la loi de l'offre et de la demande, contre laquelle on ne peut réagir. Il va de soi que, selon les années de disette ou d'abondance, les cours seront hauts ou bas, mais nous ne voyons pas, même dans ces cas extrêmes, qu'il soit impossible de tout concilier et d'accorder, en conséquence, une plus ou moins-value en raison de la composition des fruits. Cela nous semble complètement juste et ne pouvoir souffrir de difficulté.

Création de marchés spéciaux. — Enfin, et ce qui ne contribuerait pas pour peu à faciliter la vente des fruits de pressoir, car elle en est la conséquence toute naturelle, ce serait la création de marchés spéciaux dans des centres tout désignés par la réputation déjà acquise des crus environnants. Producteurs, industriels et consommateurs y trouveraient de grands avantages : les uns, un débouché assuré de leurs produits à un taux d'autant plus rémunérateurs qu'ils appartiendraient à des espèces d'élite ; les autres, un approvisionnement continuel, régulier et généralement composé de bons fruits parmi lesquels ils seraient toujours libres de faire un choix judicieux en ayant recours à l'analyse chimique.

Au total, nous pensons, par ce qui précède, avoir démontré suffisamment que rien de ce qui touche de près ou de loin au pommier et à ses produits n'est étranger au commerce rationnel des fruits de pressoir et que l'on peut dire, sans craindre d'être démenti, que le vrai moyen, le seul peut-être, de contribuer au perfectionnement rapide de cette partie de l'agriculture si importante pour la richesse nationale, c'est de travailler sans relâche à son application dans les pays cidricoles.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

I. Le commerce des fruits de pressoir doit être rationnel et, comme tel, reposer sur leur valeur réelle. L'analyse chimique est le critérium le plus sûr, mais il est nécessaire de lui adjoindre l'observation qui complète ses renseignements.

II. La valeur des fruits est corrélative de la présence de certains

principes : 1° dont quelques-uns sont toujours utiles, tels que les sucres et le tannin ; 2° dont quelques autres, en raison de la proportion dans laquelle ils se trouvent dans les fruits, sont ou *indifférents* ou *nuisibles;* de ce nombre les *matières pectiques* et l'*acidité*.

III. La connaissance de la valeur des fruits peut être acquise à l'aide de deux méthodes : l'une se servant du *moût* ou *jus* des fruits comme base, l'autre employant la *pulpe*. Elles peuvent donner toutes les deux des résultats satisfaisants à condition que l'*échantillon moyen* qui leur fournit les parties soumises à l'analyse ait été composé comme il convient.

IV. Relativement à leur importance, les principes contenus dans les fruits de pressoir se classent comme il suit : *sucre total* composé de la réunion du sucre interverti et du saccharose, *tannin*, *matières pectiques*, *acidité*. Quant à leur rôle au point de vue de la boisson, nous les répartissons de la façon suivante :

A. Pommes.

Éléments utiles......	Sucre total.
	Tannin, au-dessus de 2 grammes.
	Conservation des fruits aussi près que possible de l'état sain
Éléments indifférents.	Matières pectiques jusqu'à 12 grammes.
	Tannin jusqu'à 1 gr. 99.
	Acidité jusqu'à 2 grammes.
Éléments nuisibles...	Matières pectiques au delà de 12 grammes.
	Acidité au delà de 2 grammes.
	Conservation des fruits laissant à désirer.

B. Poires.

Pour les poires destinées à fournir des poirés pour la *distillation :*

Éléments utiles......	Sucre total.
	Tannin, au-dessus de 4 grammes.
	Conservation des fruits aussi près que possible de l'état sain
Éléments indifférents.	Matières pectiques, à quelque dose que ce soit.
	Tannin, au-dessous de 4 grammes.
	Acidité, au-dessous de 5 grammes.
Éléments nuisibles...	Acidité, à partir de 5 grammes.
	Conservation des fruits laissant à désirer.

V. La composition de l'*échantillon moyen* est excessivement importante ; c'est d'elle surtout que dépend la valeur des résultats

analytiques. Quelle que soit la méthode suivie, par suite de la multiplicité des variétés et de l'absence de toute direction lors de leur récolte, la tâche est rendue plus difficile et il est fort à désirer qu'un chimiste soit doublé d'un pomologue. Voici les conditions indispensables pour éviter autant qu'il est possible les causes d'erreur qui sont nombreuses. On prélève sur chacun des petits tas formés par une sélection au premier degré et appartenant à toutes les variétés en présence, *vingt fruits* dont les *trois plus gros* et les *sept plus petits*, qu'ils soient normaux ou non. Les *dix autres* sont pris parmi ceux dont le coloris, le volume, la maturité, l'état de conservation, paraissent refléter le mieux l'ensemble de la récolte. On soumet chacun d'eux à *trois analyses* dont on prend la *moyenne* et la moyenne de toutes celles-ci réunies constitue très sensiblement la *valeur moyenne des fruits*.

VI. Quelle que soit la partie employée, les méthodes de dosage sont les mêmes : les sucres ont été dosés par la liqueur de Fehling, avant et après inversion; le tannin, par la méthode de Lœwenthal, modifiée par Neubauer à l'aide du permanganate de potasse; les matières pectiques par l'alcool à 90° et l'acidité en ayant recours à une solution de soude titrée. La densité a été déterminée par la méthode du flacon à + 15° et toutes les pesées par celle de Borda.

VII. Au point de vue commercial, on peut indiquer deux méthodes : la première, d'après la *densité* du *jus* ou *moût;* la seconde d'après le *titre saccharin* de la *pulpe :* le sucre total constituant le principal élément de la valeur des fruits de pressoir a été pris pour base essentielle.

VIII. Première méthode. La richesse saccharine contenue dans les moûts n'est pas *directement proportionnelle* à leur *densité*, mais elle en suit généralement la marche ascendante. Elle est bien plus approchée pour les pommes que pour les poires. Sur le terrain commercial, les *moyennes saccharines* peuvent être acceptées comme suffisamment corrélatives de la valeur des fruits de pressoir. Nous avons composé pour les pommes et les poires une *table* indiquant pour chaque expression de la densité les moyennes saccharines rapportées à un litre de moût.

IX. Deuxième méthode. Il résulte des analyses de 258 échantillons de pommes appartenant aux principales variétés et provenant des récoltes 1877, 1881, 1882, 1883 et 1887, et de celle de 38 échantillons de poires des récoltes 1877 et 1883, que le classe-

ment méthodique, en se basant sur la richesse saccharine de la pulpe, peut être établi en quatre catégories.

Première catégorie. *Fruits médiocres*, ceux qui contiennent de 80 à 100 grammes de sucre total pour un kilogramme de pulpe.

Deuxième catégorie. *Fruits bons*, ceux qui contiennent de 101 à 130 grammes de sucre total pour un kilogramme de pulpe.

Troisième catégorie. *Fruits très bons*, ceux qui contiennent de 131 à 150 grammes de sucre total pour un kilogramme de pulpe.

Quatrième catégorie. *Fruits supérieurs*, ceux qui contiennent au delà de 151 grammes de sucre total pour un kilogramme de pulpe.

Les analyses de la *pulpe* des fruits de pressoir sont très rares. Il n'en existe pas en France, que nous sachions, en dehors des nôtres.

X. La raison des variations nombreuses que l'on constate dans les analyses de ces fruits, en dépit de l'exactitude des méthodes suivies, doit être sans doute attribuée à des influences diverses sur la nature desquelles l'attention des chimistes s'est peu portée jusqu'à ce jour. Pour nous, on les rangerait d'une façon systématique en les reportant aux deux parties qu'elles intéressent le plus : 1° *aux arbres ;* 2° *aux fruits*, sans oublier que, dans l'un et l'autre cas, les fruits en subissent toujours le contre-coup directement ou indirectement.

Influences	*a*, du sol,
plus spéciales	*b*, de l'âge.
aux	*c*, du climat.
arbres	*d*, de la variété.
et	*e*, de la fertilité ou de la stérilité.
provenant	*f*, de l'exposition.
Influences	*a*, de leur position sur l'arbre.
particulières	*b*, de leur volume.
aux	*c*, de l'époque de la cueillette.
fruits	*d*, des phases successives de la maturité.
et	*e*, des milieux de garde.
résultant	*f*, de leur puissance de conservation.

Aucune de ces questions qui constituent autant de problèmes physiologiques n'a été traitée si ce n'est les deux suivantes relatives aux fruits.

1° De l'influence du volume ; 2° de l'influence des phases successives de la maturité.

XI. Influence du *volume*. Dans le but de mieux étudier la ques-

tion, nous l'avons scindée en deux parties : la première comprend un parallèle entre des échantillons de *volume* et de *poids différents* mais appartenant à la *même variété*.

La seconde un parallèle entre des *variétés distinctes* mais de *volume et de poids différents*. Nous sommes arrivés aux conclusions suivantes en nous appuyant sur une foule d'analyses.

Première partie. POMMES. Les fruits d'un *petit volume* ne sont pas *toujours* plus riches, en sucre total, que ceux d'un volume supérieur, mais ils le sont *beaucoup plus souvent*.

POIRES. Ces fruits n'offrent rien de bien précis, cependant les fruits *petits* ont une tendance à se montrer plus riches en sucre total que ceux d'un volume supérieur.

Deuxième partie. POMMES. A l'exception des deux groupes extrêmes : fruits très petits, fruits très gros, dont la teneur en sucre est inférieure à celle des autres catégories, les moyennes de la richesse saccharine augmentent proportionnellement au volume des fruits.

POIRES. Les poires n'obéissent pas à la même règle que les pommes. Ceux de volumes extrêmes : fruits très petits, fruits très gros, qui ont la même teneur en sucre, sont moins riches que ceux des autres catégories; mais dans ces dernières, la richesse saccharine n'augmente pas proportionnellement au volume : les fruits gros sont moins sucrés que les fruits petits et moyens. De là l'importance de bien représenter les expressions du volume inhérent à chaque variété lors de la composition de l'échantillon moyen.

XII. 2° Influences des phases successives de la *maturité*.

Lorsqu'on réfléchit à l'action que la maturité peut exercer sur un fruit depuis le moment où il est détaché de l'arbre jusqu'à celui où il est écrasé, on est tout disposé à poser comme règle que, par suite des phénomènes intenses dont les cellules sont le siège, et de l'évaporation qu'elles subissent, les sucs se trouvent concentrés, et partant tous les principes qu'ils renfermaient au début sont augmentés. En d'autres termes, un fruit, pourvu qu'il ne tombe pas au pouvoir de la pourriture, est d'autant plus riche en éléments qu'il s'éloigne de l'époque de sa cueillette.

Nous avons cherché à vérifier cette hypothèse en rangeant ces expériences inédites sous trois chefs :

1° *Sur les moûts des échantillons moyens* appartenant aux prin-

cipales variétés et analysés à des distances variant depuis 1 jusqu'à 78 jours;

2° *Sur le moût et la pulpe* d'échantillons moyens analysés à la même date et constituant un parallèle entre les analyses du moût et celles de la pulpe pour les mêmes variétés;

3° *Sur la pulpe* de fruits représentant les différents volumes propres à des variétés déterminées, chaque fruit ayant été analysé, à part, en son entier.

Nous avons constaté 1° qu'il *n'existe pas de règle fixe :* les principes contenus dans les fruits ne subissent pas une *augmentation proportionnelle au temps écoulé* depuis leur enlèvement de l'arbre. 2° Sur 37 variétés soumises aux analyses, du premier chef, *douze* la suivent complètement, ce qui établit le rapport à un tiers. 3° De tous les principes, *le sucre* est celui qui s'en éloigne le moins, à proportion gardée. 4° Le parallèle établi entre les analyses de la pulpe de la même variété, mais à des dates différentes, et celles du moût et de la pulpe pour la même date, montre qu'il y a une coïncidence relative et qu'en somme elles sont conformes à ce qui a été dit plus haut, au point de vue de l'irrégularité. 5° Relativement aux analyses du troisième chef, on peut dire d'une façon générale que chaque principe présente à peu près les mêmes faits, c'est-à-dire qu'à côté d'expressions qui sont absolument identiques, et cela dans un rapport assez grand, on remarque des écarts étranges. Bref, ce qui ressort nettement jusqu'à présent, c'est que nous n'avons rien trouvé qui pût justifier l'hypothèse énoncée au début. La raison doit être bien probablement le secret de la vie physiologique.

XIII. Les fruits atteints de *pourriture blonde* et *noire* doivent être enlevés des mélanges destinés à la préparation du cidre dont ils altéreraient les qualités, mais non perdus : *on peut les utiliser.* Ils peuvent constituer pour les chimistes non prévenus une cause d'erreur très grande : par suite de l'évaporation qu'ils ont subie, la *densité de leur moût est surélevée* ainsi que la teneur des principes qu'ils renferment. C'est pourquoi il est indispensable que l'*observation* vienne s'adjoindre à l'analyse chimique et que la *conservation* entre dans une certaine mesure dans la fixation du prix marchand.

XIV. Le commerce des fruits de pressoir, pour être rationnel, doit reposer sur leur *valeur réelle* par l'analyse chimique et confirmée par l'*observation.*

XV. La *valeur marchande* des fruits de pressoir est corrélative de la différence entre la somme de leurs éléments utiles et celle de leurs éléments inutiles ou nuisibles dans la proportion indiquée par les formules que nous désignons sous le nom de *carpoprasimétriques* pour l'unité de vente *cent kilos*.

XVI. Nous avons fixé le prix des cent kilos de pommes à *dix francs* en nous basant sur la moyenne de celui du demi-hectolitre de ces fruits provenant des meilleurs crus du pays d'Auge et en supposant que son poids est égal à 25 kilos. Mais nous n'avons accordé cette somme qu'à la condition essentielle que les fruits répondissent à la formule que nous donnons ci-après; qu'ils fournissent un jus d'une densité égale à 1060 à + 15° ou une pulpe titrant 125 *grammes* de *sucre total par kilo*.

Voici les formules carpoprasimétriques établissant la part proportionnelle des éléments constituants des fruits :

Formule applicable aux pommes.

Éléments utiles......	Sucre total.................	constitue les	8/10	du prix marchand.
	Tannin (au-dessus de 2 gr...	—	1/10	
Conservation des fruits aussi près que possible de l'état sain		—	1/10	
Éléments indifférents	Tannin (jusquà 2 grammes....................			n'interviennent pas dans la fixation du prix marchand.
	Matières pectiques (jusqu'à 12 grammes......			
	Acidité (jusqu'à 2 grammes..................			
Éléments nuisibles...	Matières pectiques au delà de 12 gr..			au 1/10 à déduire du prix marchand établi par la table commerciale.
	Acidité au delà de 2 grammes.......			
Conservation des fruits laissant à désirer..................				

Nous avons dressé les tables de la valeur commerciale de ces fruits pour l'unité de vente cent kilos.

XVII. Pour les poires, il y a lieu d'établir une distinction dans la valeur de ces fruits selon qu'ils sont destinés à être bus ou distillés. Voici les deux formules :

a. *Poires destinées à fournir des poirés pour la boisson.*

Eléments utiles.	Sucre total......................	composant les	7/10	du prix marchand.
	Tannin (au-dessous de 3 gr......	—	1/10	
	Matières pectiques (au-dessus de 2 gr.	—	1/10	
Conservation aussi bonne que possible et le plus près de l'état sain..........................		—	1/10	
Éléments indifférents	Matières pectiques (au-dessous de 2 gr..			n'interviennent pas dans la fixation du prix marchand.
	Acidité (au-dessous de 4 grammes.....			

Éléments nuisibles...	Tannin (au-dessus de 3 grammes...... Acidité (au-dessus de 4 grammes......	aa, 1/10 à déduire du prix marchand.
Conservation des fruits laissant à désirer....		

b. *Poires destinées à fournir des poirés pour la distillation.*

Éléments utiles......	Sucre total............	comprenant les 8/10	du prix marchand.
	Tannin (au-dessus de 4 gr.	— 1/10	
Conservation aussi près que possible de l'état sain.		— 1/10	

Éléments indifférents	Tannin (au-dessus de 4 grammes............ Acidité (au-dessous de 5 grammes.......... Matières pectiques (à quelque dose que ce soit.	n'interviennent pas dans la fixation du prix marchand.

Élément nuisible......	Acidité à partir de 5 grammes	aa, 1/10 à déduire du prix marchand.
Conservation de fruits laissant à désirer...............		

Nous avons fixé à *six francs* les cent kilos de poires dont le *jus* a pour densité 1053 à + 15° ou la *pulpe* un titre saccharin égal à 104 grammes par kilo.

XVIII. Nous avons dressé également sur ces données la *table* de la valeur commerciale des *poires*, pour l'unité de vente *cent kilos*. Mais il va de soi que les prix qui figurent ne doivent être appliqués qu'autant que les fruits sont normaux. Dans le cas contraire, il faudrait leur faire subir les déductions indiquées par les formules spéciales.

Le commerce rationnel, tel qu'il est appliqué ci-dessus, devrait être appliqué au plus tôt, mais en présence du bouleversement qu'il produirait, nous pensons qu'il aurait peu de chance d'être adopté ; aussi l'avons-nous appelé *commerce théorique*.

XIX. Par suite de l'impossibilité mentionnée ci-dessus, nous avons étudié un autre projet qui nous semble, cette fois, pouvoir entrer tout de suite dans la pratique. Son fonctionnement très simple repose : 1° sur la *connaissance* de la *richesse saccharine*, par celle de la *densité;* 2° sur l'état de *conservation des fruits*.

Par suite, la formule carpoprasimétrique se trouve ramenée aux deux termes suivants :

Sucre total....................	composant les	9/10	du prix marchand.
Conservation des fruits état sain.	—	1/10	—

Relativement à leur classement, nous divisons les fruits de pressoir en quatre catégories comme il suit :

TABLEAU N° 12. — TABLEAU INDIQUANT LE CLASSEMENT DES FRUITS EN QUATRE CATÉGORIES SELON LEUR DENSITÉ, LEUR RICHESSE SACCHARINE, AINSI QUE LEUR VALEUR COMMERCIALE POUR L'UNITÉ DE VENTE, 100 KILOS.

CATÉGORIES	DIFFÉRENTES qualités des fruits.	EXPRESSIONS de la densité.	MOYENNES SACCHARINES par kilo de moût.	PRIX MOYEN pour 100 kilos.
		A. POMMES.		
1re	médiocres.	jusqu'à 1044.	jusqu'à 100 gr.	6 fr. 25
2e	moyens bons.	de 1045 à 1063.	de 101 à 130 gr.	8 75
3e	très bons.	de 1064 à 1075.	de 131 à 150 gr.	11 25
4e	supérieurs.	à partir de 1076.	à partir de 151 gr.	prix proportionnel au titre saccharin.
		B. POIRES.		
1re	médiocres.	jusqu'à 1044.	jusqu'à 92 gr.	4 fr. 75
2e	moyens bons.	de 1045 à 1060.	de 93 à 114 gr.	5 90
3e	très bons.	de 1061 à 1070.	de 115 à 130 gr.	7 05
4e	supérieurs.	à partir de 1071.	à partir de 131 gr.	prix proportionnel au titre saccharin.

XX. Le rendement en jus des fruits de pressoir est loin d'être connu. Il est admis sans conteste que les poires renferment plus de jus que les pommes. Sans pouvoir trancher la question, nous ne pensons pas que l'écart entre les deux rendements ait l'amplitude qu'on lui attribue généralement. Pour nous, il est subordonné aux moyens employés. En ayant recours à des procédés spéciaux, à la diffusion par exemple, l'écart serait ramené à 5 p. 100 environ. La raison pour laquelle les pommes semblent avoir un rendement bien plus faible tient à ce que leur jus renferme en dissolution beaucoup plus de matières pectiques que celui des poires. Cela est si vrai que, chez les poires mucilagineuses, il est parfois impossible d'obtenir quelques centimètres cubes de jus.

XXI. Le commerce rationnel est la clef de voûte de toutes les *améliorations* se rattachant au pommier et à ses produits. Il peut changer la composition des vergers envahis par une foule de variétés médiocres, en poussant les pépiniéristes à la *création méthodique des pépinières* où les espèces d'élite seront seules reproduites.

XXII. Il amènerait la *limitation des variétés*. On rejetterait toutes celles qui ne seraient pas tenues pour bonnes, ou qui ne se distingueraient pas par une *qualité maîtresse*, notamment la *fertilité*. Il y aurait lieu de réduire les variétés de pommes à *vingt;* celles des poires à *dix*.

Voici le nom de ces variétés :

A. POMMES.

Première saison : *Girard, Petit-Doucet*.

Deuxième saison : *Bergerie, Cimetière, Domaines, Fréquin rouge, Grosse-Matois, Longuet, Joly rouge, Orpolin*.

Troisième saison : *Alison, Aufriche, Bedan, Binet gris, Bedant-au-Gros, Citron, Or-Milcent, Moulin-à-vent, Rouge bruyère, Saint-Martin*.

B. POIRES.

Première saison : *Hecto, Ognonnet*.

Deuxième saison : *Carisy blanche, grise, Hautpin*.

Troisième saison : *Fer, Gris-de-loup, Grise, Ivoie, Nérousse*.

XXIII. Comme la *conservation* serait partie intégrante de la valeur marchande des fruits, il y aurait tout intérêt à les bien surveiller afin qu'ils restent aussi sains que possible. Pour éviter la perte de temps lors de la vente, on serait amené à les placer, aussitôt leur récolte, par *saison* et par *variétés distinctes*. Ces mesures auraient encore pour avantage de permettre l'*assortiment raisonné* des *mélanges* destinés à la préparation des cidres et des poirés de qualité supérieure.

XXIV. La vente serait rationnelle puisque les fruits seraient estimés en raison de leur *valeur réelle*. La substitution du *poids* au *volume* rendrait la vente plus facile, plus régulière et plus précise. On se rendrait compte plus rapidement des résultats analytiques. Au point de vue des transports, elle faciliterait le travail des chemins de fer.

On ne saurait reprocher aux prix leur manque de stabilité dans les années de disette ou d'abondance. Comme tous les produits commerciaux, ils sont évidemment soumis aux fluctuations de la loi de l'offre et de la demande; mais même dans les cas extrêmes signalés ci-dessus, il y aurait toujours moyen d'appliquer aux prix

donnés par le commerce une *plus* ou *moins value* tirée de la composition chimique des fruits et en conformité de la formule carpoprasimétrique spéciale.

XXV. Une des conséquences toutes naturelles de la vente rationnelle serait la création de *marchés spéciaux* au plus grand avantage des producteurs tout aussi bien que des industries et des consommateurs qui y trouveraient, les uns, un *débouché* d'autant plus rémunérateur que leurs produits seraient meilleurs, et les autres, un *approvisionnement* régulier et généralement composé de fruits d'élite.

En un mot, le commerce rationnel des fruits de pressoir basé sur l'analyse chimique est le moyen le plus sûr de contribuer au perfectionnement rapide de tout ce qui touche de près comme de loin au pommier et à ses produits; son application sera un bienfait pour les pays cidricoles.

Trouville-sur-Mer, 1888.

REVUE DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES.

Agriculture.

Recherches sur la culture de la pomme de terre industrielle, par M. Aimé Girard[1]. — La fabrication de l'alcool utilise en France du maïs, des mélasses, des betteraves et peu de pommes de terre; en Allemagne, au contraire, la plus grande partie de l'alcool fabriqué provient de la transformation de la fécule des pommes de terre.

M. Aimé Girard attribue cette différence à ce fait que la culture de la pomme de terre est restée chez nous fort arriérée, nos rendements ne dépassant pas 10 à 11,000 kilogr. de tubercules à l'hectare, renfermant seulement 14 à 15 p. 100 de fécule, contre des rendements en Allemagne de 20 à 25,000 kilogr. de produit brut à l'hectare contenant de 17 à 18 p. 100 de fécule anhydre et fournissant environ 800 francs.

M. Aimé Girard voulant savoir si, avec nos conditions climatériques de France, nous pouvons obtenir des rendements analogues à ceux qui sont signalés en Allemagne, a cherché d'abord quelle variété de pommes de terre il convenait de choisir; en 1888, il a obtenu les résultats suivants :

1. Trois notes aux *Comptes rendus*, t. VIII, p. 412-535-602. Une brochure de 139 pages, avec un atlas de planches. Gauthier-Villars, 1889.

Joinville-le-Pont.

Variétés	Surfaces cultivées	Poids récoltés	Teneur en fécule anhydre	Rendements à l'hectare en tubercules	Rendements à l'hectare en fécule anhydre
	ares	kil.	p. 100	kil.	kil.
Richter's Imperator.	2	1.759	18.4	44.000	8.096
id.	100	33.185	19.6	33.185	5 808
id.	2	627	17.7	31,350	5.361
Red skinned.......	2	580	17.4	29.000	5.046
Magnum Bonum....	2	592	16.3	29.600	4.825
Gelbe rose.........	2	585	16.1	29.400	4.700
Aurora............	2	636	14.7	31.800	4.675
Red Skinned.......	2	633	14.5	31.650	4.589
Alcool........	2	476	17.3	23.800	4.141
Jeuxey............	2	524	15.8	26.190	4.138
Idaho.............	2	251	15.8	26.055	4.116
Magnum Bonum....	18	5.464	16.3	24.800	4.042
Kornblam..........	4	952	16.3	23.800	3,879
Canada............	2	514	14.9	25.700	3.839
Eos...............	4	938	16.3	20.500	3.830
Gelbe rose.........	15	3.460	14.4	23.050	3.780
Aurélie...........	4	847	16.6	21.500	3.519
Infaillible..........	2	444	15.6	22.450	3.507
Fleur de pêcher....	2	441	15.8	22.050	3.486
Daberche..........	2	427	16.1	21.350	3.437
Jeuxey............	15	3.332	15.3	22.200	3.396
Rose de Lippe.....	2	451	14.9	22.550	3.359
Van der Veer......	2	465	14.0	23 250	3.255
Boursier...........	2	410	15.8	20.500	3.239
Chardon...........	2	430	14.0	21.500	3.010
Total....	200	58.697			

Clichy-sous-Bois.

Richter's Imperator.	2.50	1.026	19.5	41.072	8.000
Red skinned......	2.50	909	18.9	36.380	6.975
Jeuxey...........	2.58	826	18.1	33.028	5.981
Gelbe rose........	2.50	676	17.1	27.040	4.898
Total...	10.00	3.437			

Il est facile de voir dans le tableau précédent combien le choix de la variété présente d'importance, tant au point de vue de la teneur en fécule que du produit à l'hectare.

La détermination de la fécule est exécutée par M. Aimé Girard par une méthode expéditive qu'il a fait connaître il y a quelques années[1] et que nous croyons utile de reproduire ici.

Échantillonnage. — Sur 2 kilogr. de tubercules environ on détache des fuseaux formant deux poids de 300 à 400 grammes au total; l'échantillon est

1. *Comptes rendus*, t. CIV, p. 1629.

rapé finement, on en pèse 25 grammes qu'on loge dans un flacon de 750 centimètres cubes.

Acidulation. — Sur ces 250 grammes on verse 50 centigrammes d'acide chlorhydrique à $\frac{2}{1000}$ et on laisse deux ou trois heures en contact.

Gonflement de la fécule. — On y emploie la liqueur ammonio-cuivrique; celle-ci doit avoir été préparée en dissolvant l'oxyde dans l'ammoniaque, afin d'éviter la présence des nitrates ; on en verse 100 centimètres cubes sur le produit acidulé et on laisse en contact toute une nuit; le lendemain matin, on sursature largement par l'acide acétique : le mélange est prêt alors à essayer.

Titrage. — La liqueur normale s'obtient en dissolvant dans 1 litre d'eau $\frac{12^{gr}2}{4} = 3^{gr}05$ d'iode sublimé et sec avec 4 grammes d'iodure de potassium pur; elle est telle que 10 centimètres cubes correspondent à 0 gr. 25 de fécule, soit 1 p. 100, puisque le titrage a lieu sur 25 grammes; la liqueur décime correspond naturellement à 0 gr. 025 soit 0.1 p. 100.

Par un essai préparatoire et à l'aide de la liqueur normale seule, versée par 10 centimètres cubes, on détermine à 1 p. 100 près la proportion de fécule; puis par un deuxième essai, en fixant à l'aide de la liqueur décime le point de saturation, on pousse le dosage à 0gr.1 p. 100. Ce point de saturation est d'ailleurs très facile à saisir; vers la fin de l'opération et à chaque addition nouvelle de liqueur décime iodée, on enlève à la baguette, après avoir agité, une goutte du mélange tenant en suspension l'iodure d'amidon précipité, on dépose cette goutte sur un papier empesé sec, et on lave aussitôt; si l'iode est en excès, le papier se montre coloré en bleu.

Aux chiffres obtenus il convient d'ailleurs d'apporter une correction; celle-ci est rendue nécessaire d'un côté par la dilution du mélange, d'un autre par la consommation d'iode afférente aux matières protéiques dont la pomme de terre contient de 1.5 à 2 p. 100. M. Aimé Girard estime qu'il convient d'abais-le titre trouvé de 0.5 de fécule p. 100 de tubercules soumis au titrage.

Dans ce procédé, on utilise très habilement l'action qu'exerce l'acide chlorydrique sur la cellulose; il l'amène à un état où elle est facilement dissoute par la liqueur ammoniaco-cuivrique; la fécule mise en liberté dans le liquide, gonflée par le réactif alcalin dont on se débarrasse par un excès d'acide acétique, est enfin combinée à l'iode; des essais préalables ont montré que 0 gr. 122 se combinent à 1 gramme de fécule sèche et anhydre.

Il est intéressant de comparer les rendements constatés dans les expériences précédentes à ceux qui ont été obtenus dans d'autres essais. J'ai cultivé les pommes de terre à Grignon pendant cinq ans, de 1875 à 1879; j'avais choisi la variété chardon qui a été également cultivée par M. Aimé Girard; cette variété était recherchée autrefois par les fabricants de fécule; j'ai obtenu habituellement de 20,000 à 25,000 kilogr. de tubercules à l'hectare, mes chiffres ne sont donc pas différents de celui que donne M. Aimé Girard; mais, en général les nombres trouvés pour les dosages de fécule ont été très supérieurs aux 14 p. 100 donnés par M. Aimé Girard; en 1875 notamment, les chiffres trouvés oscillent entre 20, 15 et 17 p. 100. J'ajoutais : « En réunissant les quatre parcelles cultivées avec du fumier, on obtient comme moyenne 16.45 p. 100; les cinq parcelles fumées à l'azotate de soude ont donné 18.53; les cinq parcelles au sulfate

d'ammoniaque 17.78, enfin les deux parcelles qui n'ont pas reçu d'engrais azoté ont donné 17.92, c'est-à-dire un nombre sensiblement égal au précédent »; en moyenne l'hectare aurait fourni environ 4,000 kilogr. de fécule et non 3,000 comme dans l'expérience de M. Aimé Girard.

Il est manifeste que jamais la chardon ne donnera les rendements en fécule considérables que fournit la Richter's Imperator, qui paraît être une précieuse acquisition. Nous allons être éclairés sur ce point cette année même, car M. Aimé Girard a distribué une grande quantité de tubercules, aux directeurs de stations agronomiques, qui seront en mesure de reconnaître les qualités et les défauts de cette variété.

M. Aimé Girard a étudié le développement des diverses parties de la pomme de terre, et représenté très clairement par des diagrammes les poids relatifs qu'ils présentent à diverses époques; l'accroissement des tubercules est continu jusqu'au 10 octobre, puis diminue un peu jusqu'au 28 du même mois; l'accroissement des feuilles et des tiges s'arrête le 28 août. Personne ne doute que la feuille ne soit le laboratoire de la plante et qu'elle ne se vide au profit du tubercule, mais il était intéressant de savoir s'il y avait une relation étroite entre le développement aérien de la plante et le poids des tubercules formés; c'est ce qui apparaît nettement dans les diagrammes des pages 86, 87 et suivantes.

Je me permettrai toutefois ici une observation: autant l'usage des courbes est justifiée quand il s'agit de représenter graphiquement un phénomène continu comme celui de la croissance d'une plante, autant il convient mal quand il faut simplement comparer des grandeurs qui n'ont aucun lien les unes avec les autres; en effet, la forme de la courbe diffère absolument suivant l'ordre dans lequel sont placés les objets à comparer; or cet ordre est arbitraire, la courbe peut donc être modifiée profondément suivant l'ordre adopté. Je sais bien que dans le cas étudié M. Aimé Girard cherche seulement à montrer le parallélisme des deux courbes, l'une représentant les poids d'une série de tubercules, les autres d'une série de parties aériennes, et que ce parallélisme apparaît dans son dessin; mais il serait encore plus manifeste si les diverses grandeurs étaient tout simplement représentées par des bandes de diverses hauteurs pour les tubercules et au-dessous par des bandes correspondantes aux premières, tellement que tubercules et parties aériennes du même pied fussent dans le même alignement; je crois que la comparaison se ferait aussi bien et qu'on aurait nettement l'impression qu'on observe des variétés différentes, tandis que la courbe semble impliquer qu'une comparaison est établie entre des faits successifs liés entre eux, quand, cependant en réalité, ils ne découlent en aucune façon les uns des autres.

Quelle que soit le mode de représentation graphique choisi, le fait observé par M. Aimé Gérard est d'une grande importance pratique; il dit en effet: « Des constatations répétées m'ont permis d'établir expérimentalement qu'entre la richesse de la récolte prochaine et la vigueur des parties aériennes qui la préparent existe cette relation voisine de la proportionnalité : au pied de tout sujet à riche végétation se forme une récolte abondante. De là, pour opérer la sélection, un procédé bien simple; celui-ci consiste à marquer dans le champ les pieds faibles qu'on veut rejeter si l'ensemble de la culture est beau, les

pieds forts que l'on veut conserver, au contraire, si ce sont eux qui forment l'exception. »

D'où provient la fécule qui s'accumule dans les tubercules de pomme de terre, c'est là encore un sujet d'un haut intérêt que M. Aimé Girard a soumis à une étude attentive. « L'un des faits les plus remarquables que montre l'analyse des tubercules est la diminution graduelle de leur teneur en saccharose. Entre cette diminution et l'augmentation de la fécule, il est difficile de ne pas entrevoir une relation physiologique et l'on est porté à se demander si la saccharose ne doit pas être considérée comme la matière première génératrice de la fécule.

« La découverte de cette saccharose dans le tissu des feuilles vient à l'appui de cette hypothèse. A chaque récolte l'analyse en démontre la présence, et la proportion variant de 0.06 à 0.365 p. 100 du poids de la feuille s'en montre d'autant plus grande que la lumière a été plus vive. Cette observation s'ajoutant à beaucoup d'autres, qui dans les feuilles de plantes variées, m'ont permis de constater la formation de saccharose sous l'influence de la lumière solaire, conduit à voir dans ce sucre l'un des produits primordiaux de la synthèse végétale...

« C'est donc dans les feuilles qu'il faut chercher l'origine de la fécule ; très probablement c'est la saccharose ou un sucre analogue qui en représente la forme initiale ; c'est ce sucre qui, se dédoublant ensuite en lévulose gauche et en glucose droit, devient la génératrice, d'un côté du tissu cellulaire, d'un autre de la fécule que celui-ci emmagasine. »

Cette opinion de l'auteur n'est pas au reste appuyée d'expériences ou d'observations de nature à la démontrer.

La dernière partie de l'important travail de M. Aimé Girard est intitulée : *Des causes qui influent sur l'abondance des récoltes de pommes de terre et sur leur richesse en fécule. Des moyens d'assurer cette abondance et cette richesse.*

La profondeur à laquelle sont exécutés des labours exerce une influence marquée ; dans les graphiques on voit nettement que la récolte est plus abondante dans les sols défoncés à 75 centimètres que dans ceux qui ont été labourés à 40 et que les terres qui n'ont été déchaussées qu'à 15 centimètres donnent les produits les plus faibles.

L'influence qu'exercent les engrais sur les récoltes de pommes de terre a été très discutée. M. Aimé Girard, et son habile collaborateur M. Paul Genay, cultivateur à la ferme de Bellevue (Meurthe-et-Moselle), dont le nom est bien connu des lecteurs des *Annales*, ont reconnu que ces engrais augmentaient la récolte d'une façon sensible.

Voici les résultats obtenus par M. Paul Genay, pour un essai systématique portant sur des parcelles d'un are.

	Rendement par are. kilos
Sans engrais	201
Engrais sans potasse	210
Engrais sans phosphate	194
Engrais sans azote	188
Engrais complet	223

Dans une série d'expériences exécutées d'une part à Clichy-sous-Bois, de l'autre à Joinville-le-Pont, M. Aimé Girard a constaté par are les nombres suivants :

	Clichy-sous-Bois			Joinville-le-Pont		
	Sans engrais	Avec engrais	Ecart	Sans engrais	Avec engrais	Ecart
	kilos		kilos	kilos		kilos
Red skinned.....	170.5	200.6	+30.1	137.4	220.0	+82.6
Hermann........	179.»	196.6	+17.6	147.6	184.6	+37.0
Chardon.........	151.0	167.8	+16.8	136.2	162.2	+26.0
Magn. bon al.....	187.4	237.3	+49.9	224.6	212.8	+12.2
Gelbe rose.......	158.9	197.1	+38.2	122.8	182.2	+59.4
Jeuxey..........	156.7	160.5	+ 3.8	165.0	176.7	+11.7
Richter's........	274.6	248.5	+25.1	235.0	301.8	+66.8
Mag. bon. Fran...	220.4	226.0	+ 6.4	217.0	236.9	+29.9

Dans le premier cas, l'écart moyen est de 17 kil. 1 et dans le second 37 kil. 7; l'engrais employé était formé par hectare de 800 kilos d'engrais, composé d'un tiers salpêtre et deux tiers superphosphates, soit 530 kilos de superphosphates, et 270 kilos de salpêtre; le coût de cet engrais est de 53 francs pour le superphosphate et de 94 francs pour le nitrate ou, en tout, 147 francs. La plus value est de 1,710 kilos et de 3,770 kilos à l'hectare; les 100 kilos excédents ont donc coûté $\frac{1470}{171}$ = 8 fr. 50 dans un cas et dans l'autre $\frac{1470}{377}$ = 3 fr. 80. — Le bénéfice est évident dans le second essai; il est douteux dans le premier; en effet, la pomme de terre de féculerie ne vaut guère au delà de 4 ou 5 francs l'hectolitre de 70 kilos, par conséquent les 100 kilos valent de 6 à 7 francs, c'est-à-dire un nombre peu différent de celui qu'on trouve pour prix de revient des 100 kilos obtenus en excès par l'emploi des engrais à Clichy.

Ainsi, dans une terre fertile comme celle de Clichy-sous-Bois, l'avantage de l'emploi des engrais pour la culture de la pomme de terre est très faible; c'est précisément à cette conclusion que j'étais arrivé à la suite de mes cinq années d'études à Grignon[1]. Cette conclusion s'appuyait surtout sur les fumures au fumier de ferme qui toujours ont été onéreuses; il est vrai que le fumier a été compté au prix exorbitant de 10 francs la tonne, et qu'en outre les parcelles qui ont reçu ce fumier ont fourni un grand nombre de tubercules atteints de la maladie, ce qui a compensé l'augmentation de la récolte.

Je crois cependant que M. Aimé Girard a trop docilement suivi l'opinion de M. Marcker qui préconise l'emploi des engrais pour la culture des pommes de terre; peut-être aurait-il fallu atténuer ce que cette opinion a d'absolu et dire : 1° que sur les terres fertiles l'influence des engrais est médiocre et 2° que, même sur les terres pauvres, les engrais salins doivent être employés de préférence au fumier.

M. Aimé Girard, qui connaît si bien la betterave, aurait dû insister sur les différences essentielles que présente la culture de ces deux plantes; autant

1. *Annales agron.*, t. VI, p. 76.

les fortes fumures doivent être recommandées pour les betteraves, autant il me paraît utile de conseiller de les réduire pour la pomme de terre.

De quelle dimension convient-il de choisir les tubercules à plantes ? C'est par l'étude de cette dernière question que M. Aimé Girard termine son beau travail, il conclut comme ses devanciers que les tubercules moyens sont les plus avantageux. P. P. D.

Sur la pourriture vermiculaire, une nouvelle maladie de la pomme de terre (Anguillule de la pomme de terre), par M. J. Kuhn[1]. — Il est probable que cette maladie s'est déjà présentée dans maintes contrées, où elle aura été confondue avec la maladie bien connue causée par le *phytophthora*.

La récolte ayant été terminée sur un vaste champ, on a remarqué que la variété « Eos », appréciée pour la grosseur des tubercules, était marquée de taches plus ou moins étendues. Au début, la surface du tubercule est à peine changée, bientôt on y reconnaît des places de couleur différente, et si on coupe la pomme de terre à l'un de ces endroits, on voit que les tissus sont pourris comme dans la maladie ordinaire ; cependant l'altération ne pénètre pas à une aussi grande profondeur, à 6, 10 ou tout au plus 13 millimètres. Les taches brunes sont moins foncées au centre qu'à la périphérie, quelquefois même presque blanchâtres, de consistance molle et grumeleuse. Lorsqu'elles sont nombreuses, elles deviennent confluentes. La surface est grise noirâtre, ridée, plus affaissée qu'aux parties saines, parfois fissurée. Au milieu des tissus brunis, on aperçoit sur la coupe des masses blanchâtres consistant apparemment en grains d'amidon et souvent des cavernes arrondies, lorsqu'elles sont petites, aplaties, lorsqu'elles sont larges. Dans cette période la maladie ressemble à la pourriture sèche. L'extrémité ombilicale est plus souvent atteinte que les autres parties.

La cause de la maladie est une anguillule (*tylenchus*) que le microscope fait voir à tous les états de développement, mâles, femelles, larves assexuées de différente grandeur, œufs renfermant en partie des embryons complètement formés. Les anguillules de l'humus (*leptodera*) pénètrent dans la pomme de terre partout où le parasite a ouvert le chemin, l'emportent même bientôt sur celui-ci qui se réfugie dans les parties saines.

L'anguillule de la pomme de terre ressemble de tout point au *tylenchus devastatrix* que l'auteur a découvert, en 1856, dans les têtes de cardon et qui est lui-même identique avec l'anguillule si nuisible au seigle, à l'avoine, au sarrasin et au trèfle.

Nous aurons donc à combattre un ennemi redoutable à l'extension duquel il faudra s'opposer énergiquement.

Comme l'anguillule n'a attaqué que la variété Eos parmi les 16 variétés cultivées dans le même champ, il est à peu près certain qu'elle a été introduite avec les semences ; et, en effet, les tubercules de l'Eos provenaient d'une autre localité que les autres semences. Dans les très petites taches qui échappent facilement à l'attention sont nichées d'innombrables anguillules, de sorte que le champ se trouve facilement infesté par des tubercules en apparence parfai-

1. *Biederm. Centralbl.*, XVII, 842.

tement sains. Il semble possible que les anguillules peuvent, sans quitter la plante, pénétrer du tubercule planté, à travers les stolons, dans les nouveaux tubercules, ce qui expliquerait pourquoi l'ombilic est plus souvent attaqué que le reste de la pomme de terre.

Il est facile de tirer de ce qui précède les conclusions pratiques suivantes : éviter autant que possible de semer des pommes de terre malades, qu'on pourra donner cuites aux animaux. Si on avait, en un moment donné, trop de tubercules malades pour l'alimentation, on pourrait les passer à l'eau bouillante et les conserver en silos. Il est vrai que les anguillules sont digérées par les animaux et que l'emploi de l'eau bouillante peut sembler inutile, mais il se perd toujours des débris qui ne sont pas mangés, se trouvent mêlés au fumier et transportés avec celui-ci dans les champs.

Les résidus des pommes de terre employés en distillerie sont évidemment sans danger, il n'en est pas de même de ceux de la féculerie.

Première application des travaux de M. Hellriegel à la culture des légumineuses, par M. A. SALFELD[1]. — Il s'agissait de transformer en cultures une partie des tourbières situées entre la rive gauche de l'Ems et la frontière hollandaise et qui porte le nom de tourbière de Bourtang. L'azote du sol inculte est engagé dans des combinaisons si peu solubles qu'après le chaulage, le seigle, l'avoine et les pommes de terre n'ont fourni une récolte satisfaisante qu'avec 45 kilogr. d'azote au moins par hectare, employé sous la forme d'engrais chimiques concurremment avec des engrais de potasse et d'acide phosphorique.

On a divisé le champ en parcelles de 1 are et on y a répandu par are 40 kilogr. de trois sortes de terre dont il est inutile d'indiquer ici la provenance, mais qui présentaient les caractères suivants : 1° glaucomite inculte argileuse, renfermant 3.73 p. 100 de potasse; 2° terre forte prise à la surface d'un champ propre à la culture des féverolles ; 3° terre argileuse provenant d'anciennes digues et renfermant pour 100 de masse sèche : azote, 0.21 ; potasse, 0.80 ; chaux, 1.70 ; magnésie, 1.31 ; acide phosphorique, 1.54 ; sable et argile, 80.50.

On a donné à toutes les parcelles, à celles sur lesquelles on avait répandu la terre comme aux autres qui avaient été laissées dans leur état primitif, par hectare : 4,000 kilogr. de chaux vive, 160 kilogr. d'acide phosphorique des scories de Thomas, et 180 kilogr. de potasse de la caïnite.

Les légumineuses ont été semées du 19 au 24 avril 1888. Le 6 juin toutes étaient bien et uniformément développées, seuls les pois laissaient à désirer quant à la couleur de leurs feuilles. Dès le 13 juin, les terres 2 et 3 ont commencé à faire sentir leur influence d'une manière non équivoque. Le n° 2 surtout avait donné aux pois une belle couleur verte tandis que les feuilles étaient vert jaunâtre dans les parcelles qui n'avaient pas reçu de terre. Cette différence n'a fait que s'accentuer de plus en plus, à tel point que le 29 juin on aurait pu distinguer à plusieurs centaines de mètres les parcelles qui

1. *Biederm. Centralbl.*, XVIII, 229.

avaient été ensemencées avec les terres 2 et 3. Les pois ont été récoltés le 3 septembre, les autres légumineuses du 18 au 20 septembre.

On a constaté que la terre 3 a été finalement plus efficace que la terre 2. L'augmentation de la récolte qu'on a obtenue en ajoutant au sol 40 kilogr. de ces terres par are a été vraiment surprenante.

Ainsi un mélange de féverolles et de pois des capucins a donné en plus, avec la terre 2 : graines, 67 p. 100, paille, 87.7 p. 100; avec la terre 3 : graines, 90.3 p. 100, paille, 117 p. 100 ; un autre mélange de féverolles et de vesces a fourni, dans les parcelles enrichies avec la terre 3, un excédent de récolte se décomposant en graines : 208 p. 100, paille, 84.9 p. 100. La terre 3 a couté, à raison de 4,000 kilogr. par hectare, et y compris le transport, 9.80 marcs, soit 12 fr. 25.

Il est bien clair qu'on ne saurait attribuer cet effet merveilleux aux qualités physiques que la terre apportée aurait données au sol, puisque la terre 1, aussi argileuse que les autres, est restée sans effet. Il n'est pas admissible non plus que les faibles quantités de potasse, de chaux et d'acide phosphorique aient pu exercer une influence quelconque. Il est au contraire très vraisemblable qu'avec la terre arable on a importé dans le sol les microorganismes si nécessaires aux légumineuses lorsque l'azote du sol fait défaut.

Préceptes pour la destruction des nématodes de la betterave, par M. J. Kunh [1]. — Toutes les précautions doivent être prises pour empêcher l'extension du mal. On doit proscrire l'emploi dans les champs de betteraves de composés de fabrique, et mélanger aux détritus des betteraves nématodées de la chaux vive dans la proportion de six à un. On évitera en outre de transporter les nématodes avec le fumier, les betteraves, les animaux et les instruments. Il ne faut pas oublier que les nématodes peuvent être emportées par les eaux; il convient donc d'établir les sillons de telle manière que les eaux des champs infestés ne puissent pas s'écouler vers les champs placés plus bas lorsque ceux-ci sont encore indemnes.

Lorsqu'un champ est fortement atteint il faut y semer quatre fois de suite et dans la même année des plantes qui attirent les ménatodes. La perte de la récolte d'une année plus les frais résultant de la culture et de la destruction des plantes seront déjà couverts par la plus-value de la première récolte de betteraves. L'espèce qui semble le mieux débarrasser le champ des nématodes est le colza d'été (*brassica rapa oleifera annua*) qu'on sème d'abord au mois d'avril, puis successivement encore trois fois à des intervalles aussi rapprochés que possible, si la saison est favorable, il est bon de faire un cinquième semis au mois de septembre.

On détruira les plantes aussitôt que le gonflement des larves fait apparaître sur les radicelles de nombreuses saillies et que certaines d'entre elles commencent à dégager leur partie postérieure. La destruction doit être opérée à ce

1. *Arbeitung zur Bekämpfung der Rübennematoden, Berichte aus d. physiol. Laborat. u. d. Versuchsanst. d. univ. Halle*, 1886, p. 176, 184. — *Biederm. Centralbl.*, XVII, 774.

moment quelque temps qu'il fasse, car quelques jours de retard permettraient aux nématodes de prendre un trop fort développement. Ce qui vient d'être dit est facile à exécuter pour le premier semis, mais plus tard lorsqu'il s'agit des deuxième et troisième semis, etc., les nématodes sont moins nombreuses, de sorte qu'il devient difficile sinon impossible de saisir le moment convenable pour la destruction. On peut se laisser guider dans ce cas par le degré de développement des plantes, qu'on détruira lorsque, les cotylédons non comptés, la quatrièmo feuille est déjà assez avancée et que la cinquième commence à se montrer.

Les larves des nématodes sont très capables de parcourir un chemin assez long. Il est donc indiqué de ne pas limiter la culture du colza à une partie du champ, mais de l'étendre au champ tout entier; si pourtant on voulait se borner à un essai en petit, il faudrait isoler la parcelle par un fossé profond de 0 m.70 à 0 m.90 et large au fond de 0 m.50. On aura soin d'étaler la terre sur les côtés du fossé pour que le colza puisse être semé jusqu'au bord même. On répandra au fond du fossé une couche de chaux vive qu'il faudra renouveler de temps en temps, surtout après les fortes pluies

Si on veut cultiver de suite des betteraves après cette opération, on ne donnera au champ que, tout au plus la moitié de l'engrais azoté habituel.

Le colza aura, il est vrai, réduit le nombre des nématodes à un chiffre assez bas pour que les ravages ne soient plus à craindre, cependant il en restera toujours; comme la betterave elle-même les prend aussi bien que le colza, on profitera de cette circonstance en semant 40 kilogr. de semence de betterave par hectare, proportion très forte, en écartant les lignes de quatorze pouces et en éclaircissant le semis trois ou quatre semaines après la levée. Il est clair qu'on détruira aussi beaucoup de restes de nématodes. On peut abandonner les jeunes plantes sur le sol en évitant pourtant de les réunir en tas, ce qui permettrait aux plantes de se conserver fraiches pendant assez longtemps et aux nématodes de se développer.

Après les betteraves, on fera bien de cultiver des plantes que les nématodes n'attaquent pas, par exemple l'orge, le chanvre, le lin, l'œillette, les pois, et de détruire avec soin les mauvaises herbes qui pourraient leur servir de refuge, la moutarde, la ravenelle et autres.

Le Gérant : G. Masson.

Motteroz. — Imprimeries réunies, B, rue Mignon, 2.

ETUDE D'ÉCONOMIE RURALE

LA QUESTION SOCIALE

PAR

M. P.-C. DUBOST

Professeur d'économie et de législation rurales à l'école nationale d'agriculture de Grignon.

Si les attaques contre le capital et la propriété ne sont pas spéciales à notre temps, peut-être est-il juste de dire qu'elles n'ont jamais été plus multipliées. L'attraction exercée dans le monde entier par notre admirable Exposition universelle a même fourni l'occasion d'une recrudescence de propagande contre ce qu'on appelle « les abus » de la propriété. Il nous est venu des « Ligues agraires » de l'Amérique et de l'Allemagne et nous avons pu constater qu'il en naît jusqu'au milieu de nous.

Le thème habituel des discussions agitées dans ces réunions ou congrès est bien connu. Il consiste à représenter le capital comme l'oppresseur du travail, et la terre comme une richesse natur lle et limitée, dont l'appropriation n'a pu se faire que par un injuste abus de la force, au détriment de la masse de l'humanité ; on en conclut que, pour faire retour au principe de justice, il faut « nationaliser » le sol, ou liquider la société, c'est-à-dire déposséder en masse ou partiellement et successivement ceux qui détiennent le capital et la terre, convertir le sol en propriété collective, dont les fruits appartiendraient à tous dans la proportion des besoins, etc.

Telles sont, avec des formes variées et une habileté variable, sous l'étiquette de « question sociale », les revendications qui s'élèvent dans les réunions de ces Ligues agraires contre le principe de la propriété, ou plutôt contre le droit de propriété appliqué à la terre.

Nous ne pensons pas que ces revendications puissent devenir bien dangereuses. La propriété foncière est aujourd'hui disséminée dans un trop grand nombre de mains pour que les attaques dont elle est l'objet puissent prévaloir. Si ces attaques, au lieu de rester à l'état platonique et comme une sorte de thèse à l'usage de ceux qui veulent flatter les masses, tentaient de se traduire en actes, on

verrait les propriétaires, grands et petits, se lever par millions, pour défendre leurs droits méconnus et leurs intérêts lésés. Les petits propriétaires, dont le nombre est si grand en France, ne seraient pas les moins ardents à la lutte, parce qu'ils savent mieux ce que coûte de persévérance, de travail et de privation, la conquête de ce sol qui est pour eux le moyen du bien-être et la raison de la dignité sociale.

Mais si nous admettons que la propriété foncière est aujourd'hui, par l'effet même de sa diffusion, à l'abri de toute atteinte violente, nous n'en croyons pas moins utile d'exposer les raisons sur lesquelles se fonde sa légitimité. Tous les propriétaires ont assurément le sentiment et la conscience de leur droit ; tous n'en ont pas l'explication au même degré. Combien, parmi eux, sont enclins à croire qu'il y a « quelque chose » dans les revendications des discoureurs de Congrès ou de Ligues agraires, et que l'avenir pourrait bien sous ce rapport réserver plus d'un désagrément aux uns, ménager plus d'une surprise aux autres ! Les ouvriers les plus honnêtes, et, quand ils sont ainsi, ils y apportent une bonne foi entière, se gorgent aussi de théories plus propres à flatter leurs passions qu'à servir leurs intérêts. Faire valoir les titres des uns, dissiper les erreurs ou les illusions des autres, voilà le but que nous poursuivons en essayant de montrer que la propriété constitue un droit légitime, aussi inattaquable par la raison que par la force, qu'elle s'impose à tous les peuples, dans le temps et dans l'espace, comme un fait inéluctable, antérieur et supérieur à toute législation écrite. Il serait donc vraiment puéril d'attendre du progrès de la raison cette liquidation de la propriété que la force n'a jamais pu donner dans aucun temps et chez aucun peuple.

I. — Travail et propriété.

L'homme possède légitimement le fruit de son travail : voilà une vérité qui est devenue presque banale par son évidence même. Tous les progrès de la raison humaine ont concouru à la dégager des doutes et des sophismes dont la ruse et la violence avaient pu l'entourer à certaines époques reculées de l'histoire. Le travail est donc le fondement du droit de propriété ; il est aussi la source d'où toute propriété dérive.

Le travail, qui est une application des forces et des facultés de l'homme à la production, se traduit toujours ou par la contention de l'esprit ou par la dépense d'un effort, c'est-à-dire par une peine prise dans le but de nous procurer des satisfactions. La nature nous cède gratuitement « ses biens »; mais pour les approprier à des besoins qui deviennent de plus en plus nombreux, intenses et raffinés, par le développement de la population et de l'aisance, il faut « travailler ». Il est conforme au principe naturel de la justice, et inné dans le cœur des hommes, que celui qui a fait l'effort ou qui s'est donné la peine obtienne la satisfaction que l'effort et la peine avaient en vue. On ne saurait concevoir sans blesser tous les sentiments du droit et de la justice que le travail fût d'un côté et la satisfaction de l'autre; que celui qui a pris la peine fût frustré de la satisfaction, et que celui qui obtient la satisfaction ne l'ait pas gagnée par la peine ou méritée par le travail. Le droit de propriété est donc un droit naturel, antérieur et supérieur aux lois écrites. Il repose sur les instincts de justice qui sont inhérents au cœur de l'homme dans tous les temps et sous toutes les latitudes.

Le droit de propriété est aussi ancien que le monde. Le premier homme fut propriétaire, non seulement de ses organes et de ses facultés, mais encore des fruits de son travail, en vertu d'un droit naturel imprescriptible, le droit d'approprier à son usage et à ses besoins les choses que fournit gratuitement la nature. Le fruit qu'il avait cueilli, l'arme grossière qu'il avait fabriquée, le vêtement rudimentaire qu'il avait imaginé pour se soustraire à l'effet des intempéries, tout cela fut autant de propriétés légitimement conquises par le travail. S'il n'y avait pas eu de travail accompli, c'est-à-dire d'effort tenté et de peine prise pour approprier les biens naturels aux besoins de l'homme, il n'y aurait pas eu de propriété. Les choses dont nous jouissons sans effort de notre part, comme l'air que nous respirons ou la chaleur du soleil qui nous réchauffe, ne donnent pas lieu au phénomène de « l'appropriation », parce que la satisfaction n'est pas ici corrélative du travail humain. Sans travail, il n'y a point de propriété : en dehors de la propriété, il n'y a point de travail, parce que l'un est la raison nécessaire et souveraine de l'autre.

C'est aussi la propriété, ou la reconnaissance du droit de propriété sur les fruits du travail, qui est le fondement et la base de

toute société, même la plus rudimentaire. Quand un certain nombre d'hommes se réunissent pour former un groupe social quelconque, communauté, tribu, nation, c'est sous la condition expresse que les droits du travail individuel seront respectés, et que celui qui se sera approprié par le travail un bien aura seul le droit de jouir de la satisfaction qui en découle. S'il en était autrement, la vie en société serait impossible : la guerre serait à l'état permanent entre les hommes pour s'arracher réciproquement les fruits de leur travail; la loi du plus fort serait l'unique règle, et la fin du genre humain ne tarderait pas à venir.

Ce n'est pas à dire que la force, la ruse et la fraude ne se glissent au sein des sociétés, soit pour enlever au travailleur isolé le fruit de son travail, soit pour pousser une ou plusieurs communautés, tribus ou nations, à ravir à une autre tribu ou nation les richesses qu'elle a amassées, les biens qu'elle a créés par le travail et conservés par l'épargne. Mais si le vainqueur peut s'enrichir ainsi, en usant de violence, des dépouilles du vaincu, il y a là un simple déplacement, mais non une création de richesses, une spoliation par la force ou par la ruse, mais non une appropriation par le travail. Toute propriété, fruit nécessaire du travail humain, est une heureuse conquête de l'homme sur la nature; toute spoliation, abus de la force, effet de la ruse ou de la fraude, n'est qu'une conquête illégitime de l'homme puissant et rusé sur l'homme faible et opprimé. La ruse et la force peuvent bien déplacer la propriété, elles sont impuissantes à la créer. La propriété dérive uniquement du travail, et tous les progrès de la civilisation concourent à refréner les abus de la force, de la ruse ou de la fraude, et à dégager le droit de propriété en assurant de plus en plus au travailleur la paisible jouissance des fruits de son travail.

La propriété est donc un phénomène économique qui a uniquement sa source dans le travail humain.

II. — Propriété foncière.

Comme toutes les propriétés, celle qui s'applique au sol et que nous appelons propriété foncière n'a point d'autre origine que le travail humain.

Habitués que nous sommes à vivre dans un milieu complètement

transformé par la main de l'homme, nous nous figurons volontiers que ce sol uni que nous foulons, que cette terre couverte de moissons dorées dont nous faisons la base de notre nourriture, que ces campagnes verdoyantes où nous allons respirer un air frais et salubre, quand la chaude saison rend intolérable le séjour des villes, ont toujours été ce que nous les voyons, et que les premiers hommes qui ont occupé notre sol, si riant et si riche aujourd'hui, ont joui des mêmes avantages que nous; qu'ils ont trouvé le sol aussi uni, la terre aussi féconde, les campagnes aussi vertes; que tous ces biens dont nous jouissons sont l'œuvre de la nature, dont les premiers hommes n'ont eu qu'à s'emparer pour les transmettre à leurs heureux descendants.

Que d'illusions et d'erreurs dans cette manière de voir!

Le sol à l'état naturel, ce n'est pas la même chose que le sol soumis à la culture et façonné de longue main par l'homme. Il n'y pousse point de moissons, mais des broussailles, comme en Corse et en Algérie, ou bien des forêts impénétrables à l'homme, les « forêts vierges », suivant l'expression consacrée, comme dans le nouveau monde. Plus il y a de chaleur dans l'air et d'humidité dans le sol, plus cette végétation, inutile à l'homme, est touffue et puissante; plus elle oppose des obstacles à la prise de possession de la terre par l'homme. Quand la sécheresse du sol est trop grande, soit par le défaut ou l'excès de perméabilité, qui empêche les eaux de la pénétrer ou d'y séjourner, soit par le défaut de pluies, la végétation naturelle se dégrade, et l'on a alors des maquis, des brandes, des steppes, des craus ou des saharas, c'est-à-dire des sols qui opposent à l'action de l'homme, non des obstacles purement temporaires, mais des difficultés insurmontables et permanentes. Il n'y a rien ou à peu près rien à faire dans les sols de ce genre, le résultat obtenu ne répondant pas à l'effort déployé. La végétation herbacée qui y pousse naturellement n'est même pas toujours propre à la nourriture des animaux; les mauvaises herbes s'y produisent à côté des bonnes et parfois même les étouffent. C'est l'homme qui a fait la sélection des plantes dans les pâturages et les prairies.

Le régime des eaux superficielles à l'état de nature n'est pas non plus tel qu'il se présente à nos yeux dans les pays occupés depuis longtemps par l'homme. Les coteaux et les vallées n'ont pas ce profil régulier qui nous est devenu familier; les cours d'eau

n'ont pas ce lit à pente et à largeur uniformes que nous leur connaissons.

Outre les accidents dus aux révolutions dont la surface terrestre a été le théâtre, les causes « actuelles » contribuent encore à la rendre tourmentée. Les eaux pluviales ravinent le sol, entraînant des alluvions ou des débris qui comblent partiellement les vallées et obstruent le lit des cours d'eau. Il se forme ainsi des barrages naturels qui convertissent les vallées en marais sur de grandes superficies et rendent les rivières impropres à la navigation. Les premiers pionniers qui s'établirent sur les bords de l'Ohio au commencement du siècle ne mettaient pas moins d'un an pour transporter par cette rivière et par le Mississipi inférieur leurs récoltes de grains à la Nouvelle-Orléans. Les grands cours d'eau qui commencent à devenir navigables aujourd'hui ont coûté, pour en régulariser le lit, des sommes énormes, et cependant les travaux nécessaires sont loin d'être achevés. On peut dire que chaque année qui s'écoule révèle, dans toutes nos grandes vallées, de nouveaux et impérieux besoins à satisfaire, de nouveaux et gigantesques travaux à exécuter.

Des marais, des torrents, des rapides, voilà les vallées et les cours d'eau à l'état naturel. Quant aux plateaux, il s'y trouve des flaques d'eau marécageuses dans toutes les dépressions du sol, des étendues brûlées par la sécheresse sur tous les points élevés. Les eaux pluviales ou de sources, quand elles sont abandonnées à elles-mêmes, ne servent pas à féconder le sol; c'est l'homme qui les répartit et les distribue de telle sorte qu'il y ait le moins possible excès sur un point, défaut sur un autre.

Avec un pareil régime des eaux les causes d'insalubrité sont nombreuses. Les miasmes qui se développent sur les surfaces alternativement couvertes par les eaux et exposées à la chaleur solaire sont un poison pour l'homme. C'est même sur les terres où la végétation naturelle est la plus puissante, et où la culture produirait les récoltes les plus abondantes, parce que les détritus, sous l'action prolongée des forces naturelles, s'y sont accumulés en masses plus profondes, que l'air est le plus empoisonné. Malheur aux pionniers qui fouillent cette terre fertile et subissent l'effet des effluves meurtrières qui s'en exhalent. En quelques années, le sol vierge de Boufarik a dévoré plusieurs générations de colons. La fièvre règne en permanence et la mortalité sévit avec excès sur

les bords de la rivière Rouge, où la fertilité naturelle des terres attire aujourd'hui bon nombre de ceux qui vont chercher fortune aux Etats-Unis.

S'il y a parfois excès d'eau sur un point, il y a souvent pénurie sur un autre. Cela est surtout vrai pour l'eau potable. Près de la moitié de la surface totale des États-Unis n'est pas exploitable, parce que l'eau y fait défaut, non seulement pour les plantes et pour les animaux, mais encore pour l'homme. La première préoccupation des colons qui vont s'établir dans les prairies de l'ouest, c'est de s'assurer leur provision d'eau pour les besoins de l'existence. Ce n'est qu'après ce premier but atteint qu'ils pourront songer à se construire une cabane et à mettre la charrue dans le steppe qu'ils ont à défricher.

La terre n'a pas partout une composition appropriée aux besoins des plantes et aux nécessités de la culture. Elle est tantôt argileuse et tenace à l'excès, tantôt légère et pulvérulente comme la cendre. La marne et la craie constituent presque exclusivement certains sols, pendant que, dans d'autres, l'élément calcaire fait entièrement défaut. Puis la couche utile à la végétation n'a pas partout une profondeur suffisante : il faut parfois, pour permettre aux plantes cultivées de se développer librement, extirper des roches d'une grande dureté, comme la meulière des environs de Paris.

Il faut aussi construire des habitations pour l'homme, des abris pour les animaux, des hangars pour les instruments, des greniers pour les produits, des granges pour les fourrages. Il faut faire des plantations sur des points choisis, non simplement pour orner le paysage ou pour avoir du combustible et des bois de service, mais parfois même pour mettre les récoltes à l'abri des coups de vent. Il faut faire des chemins pour porter dans les villes, où se groupent les consommateurs, les denrées de la culture, tantôt en franchissant les lignes de faîte en rampe douce, tantôt en coupant les vallées par des chaussées et en jetant des ponts sur les cours d'eau; il faut même ouvrir des chemins pour desservir les terres, pour faire sans trop de peine, avec les attelages dont on dispose, les transports journaliers de la ferme aux champs et des champs à la ferme. Il faut donner de l'écoulement aux eaux stagnantes, ouvrir des fossés à diverses profondeurs et à diverses inclinaisons, partager le sol en pièces d'étendue et de formes convenables, délimiter le domaine de chacun par des bornes ou des clôtures, donner

au sol les éléments utiles à la végétation qui lui manquent, entretenir sa fertilité par des fumures, etc.

Les animaux qui sont les auxiliaires de l'homme dans les travaux de culture et de mise en valeur du sol sont eux-mêmes appropriés par le travail de l'homme à cette destination. Il a fallu les domestiquer, trouver le moyen de les nourrir en abondance et sans trop de frais. Il n'y a pas jusqu'aux plantes cultivées par l'homme qui ne soient un fruit du travail humain, et non un simple don de la nature. Le blé n'a été trouvé nulle part à l'état naturel. C'est une conquête de l'homme au même titre que le bétail, les champs, les eaux, les fruits, etc.

On voit quelle immense succession de travaux il a fallu accomplir pour approprier la terre à sa destination qui est de produire les récoltes nécessaires à nos besoins de toutes sortes. Ces travaux ont même ce caractère, qu'il n'a pas suffi de les faire une fois pour toutes : il a fallu les conserver, les entretenir, les renouveler, c'est-à-dire les recommencer à intervalles divers, parce que les forces naturelles tendent sans cesse à les détruire. Les terres les plus riches, quand on les abandonne à elles-mêmes, ne tardent pas à se couvrir de ronces et de mauvaises herbes, les fossés se comblent, les bâtiments s'écroulent, etc. La cause de destruction que nous appelons « vétusté » ou effet du temps n'est pas autre chose que l'action prolongée des forces naturelles contre la propriété, ou, si l'on veut, contre les produits du travail humain.

Même avec l'outillage perfectionné que nous avons aujourd'hui, ce sont là des travaux qui nous paraissent prodigieux. Ils sont bien plus prodigieux en réalité qu'en apparence, si l'on se rend compte qu'ils ont été entrepris et menés à bien, pour la plupart, avec les instruments les plus grossiers et par les procédés les plus primitifs. Ce n'est qu'avec un profond respect pour nos aïeux que l'on songe à ce qu'il a fallu de patience et d'énergie pour accomplir, à l'aide des moyens à leur usage, l'œuvre de conquérir la terre, d'en niveler la surface, d'en accroître la profondeur, de l'enrichir des éléments de fertilité qui lui faisaient défaut, d'assainir les parties humides, d'arroser les parties sèches, de planter, de bâtir, etc. Bastiat a dit que si l'on pouvait tenir compte de la somme des travaux exécutés sur nos plus riches terres, pour les amener à leur état actuel de fertilité, il ne s'en trouverait peut-être pas une dont la valeur fût suffisante pour les payer.

Ces travaux n'ont pu s'accomplir qu'en créant, au profit de ceux qui les ont exécutés, un droit de propriété appliqué à la terre. L'appropriation de la terre à sa destination, par le travail de l'homme, voilà la source et la source unique de la propriété foncière. Qui aurait défriché la forêt, assaini la vallée, desséché le marécage, changé la nature du sol, élevé des constructions, remplacé les bois sans valeur par des arbres utiles, si le sol n'avait dû appartenir à celui qui a exécuté tous ces travaux? qui se serait acharné à multiplier la puissance productive de la terre par des défoncements, par des chaulages, par des fumures abondantes et souvent renouvelées, si le bénéfice de ces travaux eût échappé à celui qui les a accomplis pour échoir à quelqu'un qui y serait resté étranger?

La propriété foncière s'est donc créée, comme toutes les propriétés, par le travail seul de l'homme, bien avant que la loi en eût consacré le principe.

III. — Évolution de la propriété foncière.

On sait que la vie nomade se rencontre à l'origine de tous les peuples. La raison en est simple. Tant qu'il n'a pas fécondé la terre par son travail et qu'il vit uniquement des misérables ressources que lui fournit la nature, l'homme est obligé de parcourir de grands espaces pour subvenir aux plus impérieux besoins de l'existence. Pour avoir d u poisson il faut aller vers les rivières ; pour tuer du gibier, il faut parcourir les forêts qui servent d'asile aux animaux de toutes sortes; pour cueillir çà et là quelques racines de plantes pouvant fournir une maigre nourriture, il faut faire des recherches dans des plaines étendues. Pour le sauvage, qui vit exclusivement des libéralités de la nature, il n'y a qu'une question, celle du manger, question redoutable quand la nourriture est aussi disséminée, quand la satisfaction de la faim est aussi incertaine. Puis, quelle faible population numérique ! On a dit qu'il faut à un sauvage une lieue carrée de superficie, c'est-à-dire 1,600 hectares. A ce compte, le territoire tout entier de la France ne pourrait pas nourrir plus de 35,000 habitants.

Les nomades occupent le sol, ils n'en sont pas propriétaires. Il n'y a même aucune raison pour que l'idée leur vienne de se consi-

dérer comme propriétaires ou de se déclarer tels. A quoi d'ailleurs aboutirait une pareille déclaration? Cela ne servirait ni à faire pousser les plantes utiles à la place des ronces et des épines, ni à rendre le gibier plus abondant ou plus facile à tuer.

Mais la propriété se crée et la vie nomade fait place à la vie sédentaire, aussitôt que l'homme applique son travail au sol. C'est habituellement par l'espace consacré aux habitations qu'a lieu cette prise de possession de la terre par l'homme. Si informe que soit un gourbi, si légère que soit une case ou telle autre habitation primitive, il y a là du travail exécuté par l'homme et dont il ne peut jouir qu'à la condition d'être possesseur exclusif du sol sur lequel elle repose. Le droit à la propriété du sol apparaît ici comme la conséquence nécessaire et légitime de l'application du travail à la création des habitations à demeure.

La construction des habitations ne va pas sans la culture, car c'est pour chercher désormais sa subsistance dans les ressources que fournit la terre fécondée par son travail, que l'homme renonce à la poursuite des « dons » de la nature et à la vie nomade qui en est la conséquence. Mais pour cultiver, il faut infuser du travail dans la terre elle-même, il faut, sinon faire immédiatement tous les travaux nécessaires pour rendre le sol fertile, du moins défricher la surface et la retourner pour la rendre propre à recevoir la semence. Ce travail va créer un nouveau droit de propriété au profit de celui qui l'a accompli : car il est évident que pour jouir d'un travail appliqué au sol, il faut avoir la possession exclusive du sol dans lequel ce travail s'est incorporé, il faut en être propriétaire. C'est la prise de possession effective du sol par le travail qui crée la propriété foncière.

A partir de là toute nouvelle prise de possession du sol par le travail créera une propriété ; mais la population aura beau se multiplier, et les besoins de subsistance auront beau s'accroître, il n'y aura de propriété créée que par le seul travail de l'homme. Tout ce qui n'aura pas été fécondé ou « vivifié » par lui, suivant les termes du Code musulman, n'appartiendra à personne, comme les biens communaux, les terrains vagues et les terres inhabitées qui constituent encore aujourd'hui plus de la moitié de la superficie du globe.

Il est tellement vrai que c'est uniquement le travail de l'homme qui a créé la propriété foncière, que cette forme de propriété subit

dans tous les temps et chez tous les peuples une sorte d'évolution uniquement déterminée par l'intensité du travail appliqué à la terre et par la durée de ses effets. Toutes les législations consacrent cette évolution en rendant le droit de propriété d'autant plus exclusif et plus absolu que la somme de travaux appliqués à la terre est plus considérable.

Le défrichement de la terre crée un droit de propriété qui est limité à la durée des effets de ce travail. Tant que le sol, après ce défrichement opéré, reste apte à produire les récoltes, le pionnier a intérêt à l'exploiter pour recueillir les fruits de son travail. Mais, une fois l'effet de ce défrichement épuisé, s'il vient à l'être, comme dans le cas où les ronces envahiraient de nouveau la surface défrichée, la propriété cesse de fait et de droit avec les effets du défrichement jusqu'à ce qu'un nouveau travail ait créé, au profit de celui qui l'aura accompli, un nouveau droit de propriété. C'est ainsi que les choses se sont passées à l'origine de tous les peuples, c'est ainsi qu'elles se passent encore de nos jours chez les peuples du nord où s'opère le défrichement des forêts par le feu, qu'on appelle « écobuage ».

Chez tous les peuples, même les plus avancés, il y a encore des terres qui n'ont pas été élevées à la condition de propriétés privées. Ce sont les terres dites « collectives » qui sont restées dans le domaine de la jouissance commune, parce qu'elles n'ont pas reçu l'action fécondante d'un travail à effet durable. On cultive ces terres en Algérie, mais à intervalles très éloignés, et simplement pour les exploiter, sans rien ajouter à leur faculté productive. L'Arabe, qui, au lieu d'arracher avec sa charrue la touffe de palmier nain qui pousse dans son champ, se borne à la contourner, nous fournit le fidèle tableau de la culture des terrains de jouissance commune. Pourquoi améliorer un sol qui, la récolte enlevée, doit faire retour au domaine de la collectivité? Aussi la culture des terres collectives ne fournit-elle que de maigres ressources à la population. Il faut plus d'une lieue carrée de territoire pour subvenir à la substance de 100 hommes. A ce compte, le territoire tout entier de la France, si nous étions restés dans cette phase de la civilisation, ou si, par impossible, nous y faisions retour, ne porterait pas 3 millions d'hommes.

C'est l'accroissement de la population qui, impliquant nécessairement l'augmentation des subsistances, va déterminer de nouveaux

travaux, plus intenses et plus durables qu'un simple labour superficiel, tels que l'approfondissement de la couche arable, assainissements, etc. Comme il s'agit là d'avances de travail à long terme, la jouissance de celui qui a exécuté ces travaux devient permanente, et par le fait même de l'intensité et de la durée des effets du travail, la propriété foncière devient de plus en plus étroite et exclusive. Dans les pays pauvres où dominent le pâturage et la jachère, parce que le sol n'y a subi que faiblement l'action du travail humain, le droit de propriété est restreint par une foule de jouissances au profit de la communauté : droits de parcours et de vaine pâture, droits d'usage de toutes sortes, glanage, ratelage, etc. Il n'y a qu'un moyen d'affranchir le sol de ces jouissances et de rendre absolu le droit de propriété, c'est d'accroître la production de la terre par un travail plus intensif, améliorations foncières, marnages, irrigations, cultures plus nombreuses et plus variées, clôtures, etc. Fruit du travail, la propriété foncière ne grandit et ne s'affranchit d'entraves que par le travail.

Il ne faudrait pas croire que cette application du travail de l'homme à la terre a commencé dès les premiers jours de l'humanité, et que la propriété foncière est la première manifestation du droit de propriété, comme conséquence du travail humain. De toutes les formes de propriété, celle qui s'applique à la terre est, au contraire, la plus tardive et la plus lente à se développer, parce que les avances de travail faites à la terre ne se recouvrent qu'à la longue. Celui qui a fait une hache peut s'en servir tous les jours pour abattre des arbres ou pour les équarrir, et tous les jours il tire ainsi parti de l'outil qu'il a fabriqué. Mais quand on a ouvert un fossé pour assainir un champ, il faudra attendre un an avant de bénéficier de l'effet du fossé par une première récolte, et ce n'est le plus souvent qu'au bout de plusieurs années et après plusieurs récoltes qu'on rentrera dans la valeur de ses avances. C'est évidemment la nécessité de produire plus de subsistances afin de nourrir plus de population qui force ainsi les hommes à incorporer du travail dans le sol et à développer de plus en plus, sous le double rapport de l'étendue et de la valeur, la propriété foncière.

Cela explique pourquoi il est si difficile de créer la propriété privée soit au milieu de nous où se rencontrent encore des terrains communaux étendus, soit en pays arabe, où les terres de jouissance

collective occupent une si large place. C'est que la propriété privée ne se décrète pas, elle se crée. Ce n'est pas la volonté ou le désir des hommes qui la fonde, ce n'est même pas la loi, c'est le travail. La propriété ne commence que du jour où a eu lieu la prise de possession effective de la terre. Sans cette prise de possion par le travail de l'homme, il n'y a point de propriété.

Ceux qui ont ainsi créé la propriété par des travaux à effet durable n'ont rien retranché du patrimoine de la nature, ils n'ont fait qu'étendre à l'infini le domaine de la civilisation et de l'humanité. Pendant que les Arabes ramenant la culture du blé tous les dix ans seulement à la même place, ne peuvent pas dépasser le rendement de 10 hectolitres à l'hectare, nous obtenons parfois jusqu'à 50 hectolitres sur certaines terres portant chaque année une ou plusieurs récoltes. Nous vivons plus à l'aise que les Arabes, quoique nous soyons douze fois plus nombreux sur la même superficie, c'est-à-dire au nombre de 1,200 par lieue carrée. Tout porte même à croire que notre territoire, qui ne porte encore que 38 millions et demi d'habitants, pourra dans quelques siècles en nourrir 100 millions et plus. Il faudra seulement une nouvelle et constante infusion de travail dans la terre, soit pour en créer, soit pour en accroître les facultés productives.

Combien se trompent ceux qui réclament leur part de l'héritage naturel sous prétexte qu'ils en auraient été frustrés par les premiers occupants de la terre ! La nature, hélas ! n'a pas été prodigue pour l'homme : elle lui a donné des pieds, des mains et des dents. Il est vrai qu'à en juger par la mâchoire de la « Naulette », qui errait à travers les forêts dans les temps préhistoriques, nue, avec son mâle et ses petits, ces dents étaient longues et pouvaient constituer un redoutable moyen de défense. Mais c'est là tout ce que la nature a fait pour l'homme. Ce n'est pas d'elle que nous avons hérité nos vêtements de lin, de laine ou de soie, nos chaussures de peaux cirées ou vernies, les mets savoureux qui sont servis avec goût sur les tables de luxe avec du linge bien fin et bien blanc. Il n'y avait rien de tout cela dans le patrimoine que nous a légué la nature. On y aurait vainement cherché le plus modeste de ces vêtements de coton dont la classe ouvrière fait aujourd'hui un si grand et si profitable usage. Tout cela est œuvre de l'homme et fruit de son travail.

IV. — Le capital.

Le travail incorporé dans le sol pour y produire des effets durables, c'est ce qu'on appelle du « capital ». Le capital est, en effet, un fruit du travail humain qui, au lieu d'être destiné à la consommation immédiate, est mis en réserve pour servir ultérieurement à la production. Le capital est donc de création humaine, c'est du travail épargné en vue de l'avenir.

Celui qui fabrique un outil, comme le rabot, un instrument, comme la charrue, fait du capital, parce que l'outil et la charrue qui proviennent du travail ont pour destination de servir à la production ultérieure. De même celui qui approfondit la couche arable du sol, l'enrichit par un apport d'éléments étrangers, l'assainit par des rigoles à ciel ouvert ou par des tranchées souterraines, etc., celui-là crée du capital, parce que son travail produit des effets durables dans le sol et s'applique à l'accroissement des moyens ultérieurs de production. Les changements accomplis par l'homme à la surface du sol ne sont pas autre chose qu'une accumulation de capitaux, c'est-à-dire de travaux destinés à accroître la production de la terre. La terre est donc bien véritablement un capital : c'est du capital foncier, pour employer l'expression consacrée par l'usage.

Le capital a sur la condition des hommes, sur leur bien-être, sur leur développement matériel et moral, des effets incalculables. C'est par l'accumulation progressive des capitaux que la population se développe en nombre et en aisance et que l'humanité grandit. Les peuplades primitives, qui ont pour unique préoccupation d'assurer leur subsistance, parce qu'elles sont dépourvues de capital, sont misérables et n'ont jamais qu'une existence précaire, bien qu'elles occupent d'immenses espaces, eu égard au petit nombre d'hommes dont elles se composent. Dans les milieux riches en capitaux, les hommes se multiplient indéfiniment et leur condition, même de celui qui est le plus dépourvu, ne cesse de s'améliorer. Non seulement leur subsistance leur arrive régulièrement et à heure fixe, non seulement cette nourriture est plus abondante, plus variée, meilleure sous tous les rapports, mais ils jouissent encore d'autres satisfactions que ne soupçonnent même pas ceux qui sont placés dans un milieu différent : l'habillement, l'habitation,

l'instruction, la moralité, tous les perfectionnements du corps, du cœur et de l'esprit tendent à devenir le privilège des hommes appartenant aux milieux abondamment fournis de capitaux.

Le secret de ces perfectionnements ou de cette évolution, c'est l'influence du capital sur la puissance et la fécondité du travail humain. Quoique plus nombreux que nos pères, nous avons infiniment plus de satisfactions qu'ils n'en ont eu, parce que nous avons plus de capitaux ou de moyens de production. C'est le capital qui féconde le travail de l'homme et en multiplie les produits, jusqu'au point de les rendre de plus en plus accessibles à tous.

V. — Rapports du travail et du capital.

Les socialistes font au capital une objection qui consiste à le représenter comme le tyran et l'oppresseur du travail.

Le capital a la même origine que le travail : c'est du travail ancien qui, loin de faire une désastreuse concurrence au travail moderne, n'intervient, au contraire, que pour le féconder et en multiplier les effets. C'est uniquement parce que l'action du capital est utile que les hommes ont épargné du travail en vue de l'avenir. Si le rabot et la charrue n'avaient pour effet de multiplier la puissance du travail de celui qui les met en œuvre, il n'y aurait pas eu de travailleurs pour imaginer, construire et perfectionner des rabots et des charrues. Si le nivellement du sol, l'approfondissement de la couche arable, l'assainissement par des rigoles ou saignées étaient sans influence sur la production et par conséquent sur le travail du cultivateur moderne, il n'y aurait eu aucune raison d'accomplir cette masse de travaux successifs qui ont transformé la terre et en ont si considérablement accru la puissance productive. L'épargne est une vertu sociale de premier ordre, parce qu'en servant la cause du travail, elle profite à toute l'humanité.

Celui qui crée le capital est assurément le premier à en profiter; mais le simple travailleur qui met en œuvre les capitaux qu'il n'a pas concouru à former y trouve aussi largement son compte. Plus il y a de capitaux à faire valoir, plus la demande de main-d'œuvre est active, plus le salaire ou prix du travail est élevé. En outre, le travail devenant plus fécond et plus productif au fur et à mesure qu'il met en œuvre plus de capitaux, cette rémunération plus élevée

du travail peut avoir lieu sans que les droits du capital soient méconnus ou lésés. Cela explique pourquoi la condition des ouvriers est toujours allée en s'améliorant depuis les temps anciens jusqu'à nos jours. Cela explique aussi pourquoi l'ouvrier a plus de bien-être en France qu'en Espagne, en Espagne qu'en Turquie, etc. Partout le capital a pour effet d'améliorer la situation matérielle et morale du travailleur. Loin d'être l'oppresseur et le tyran du travail, le capital en est donc le collaborateur utile et bienfaisant. La guerre déclarée au capital, au nom des intérêts du travail, ce n'est pas seulement un non sens, c'est une hérésie funeste, nous dirions volontiers la plus funeste des hérésies.

C'est le capital qui a délivré l'humanité de la misère et qui a été véritablement le rédempteur de ce qu'on appelle si improprement les classes laborieuses. Dans un milieu riche, où le capital abonde, l'ouvrier est l'égal de tout le monde, parce que s'il a besoin de mettre en œuvre le capital qu'il ne possède pas, le capitaliste a un égal besoin du travailleur pour faire valoir le capital qu'il possède. Dans les pays arriérés où la diffusion du capital ne s'est pas opérée au même degré, les distances sociales entre les hommes sont énormes. L'un des plus grands étonnements de ceux qui débarquent en Algérie pour la première fois, c'est de voir le pauvre indigène se prosterner avec respect devant celui qui possède et venir lui baiser le revers de la main ou le pan du burnous. Dans tout l'Orient celui qui n'a que ses bras et les haillons qui le couvrent est opprimé, malmené, injurié, frappé sans motif et sans mesure. L'esclavage lui-même n'est pas autre chose que cette domination du capital sur le travail, dans les milieux et dans les temps où la diffusion du capital n'a pas pu se faire. Le travail sans capital étant stérile, la condition de celui qui est dépourvu de l'instrument nécessaire de production est tellement misérable et précaire, qu'il se résout à abdiquer sa liberté, c'est-à-dire la propriété de sa personne, au profit de quiconque consent à l'employer et à le nourrir. C'est la multiplication des capitaux qui a rapproché les travailleurs des capitalistes et qui a opéré cette fusion dont nous sommes témoins chez les peuples avancés, bien que l'ignorance proteste parfois en représentant le capital comme l'ennemi dangereux du travail. Les plus grandes révolutions qui se sont accomplies dans l'histoire ne sont pas les révolutions politiques. L'évolution sociale, sous la féconde influence du capital, a amené des

changements bien autrement profonds et utiles à l'espèce humaine. Aussi peut-on dire en toute justice que le plus grand révolutionnaire de notre temps, le plus utile réformateur qui ait jamais paru à la surface du globe, c'est le capital. Il a tout transformé, et son dernier mot n'est pas dit : *Vires acquirit eùndo.*

Le secret de ces transformations, notamment en ce qui concerne la condition matérielle et morale des ouvriers, c'est la concurrence de plus en plus grande des capitaux pour obtenir la préférence des travailleurs. Dans le concours du capital et du travail pour l'œuvre de la production, le capital offert de plus en plus sur le marché est obligé de faire au travail une situation de plus en plus avantageuse. La part du capital dans la production, tout en ne cessant pas de s'accroître dans le sens absolu par le fait même de l'abondance croissante des capitaux, diminue dans le sens relatif, ainsi que l'atteste la baisse de l'intérêt qui est la rémunération propre du capital. La part du travail s'accroît, au contraire, dans le sens absolu et dans le sens relatif. Ce n'est pas seulement le salaire qui augmente, la part des ouvriers dans le produit auquel coopèrent à la fois le capital et le travail devient chaque jour prépondérante. En agriculture notamment, les salaires qui atteignaient rarement 30 p. 100 du produit, il y a un demi-siècle, sont bien près de s'élever jusqu'à 40 p. 100, et peut-être ce chiffre est-il dépassé dans quelques exploitations. Aussi l'avenir est-il de plus en plus aux travailleurs, à mesure que les capitaux se multiplient et par le fait même de cette multiplication. Les ouvriers qui attaquent le capital méconnaissent donc ses bienfaits : de la multiplication croissante des capitaux dépend uniquement l'amélioration de leur sort.

VI. — Le prétendu monopole de la terre.

Les socialistes font une autre objection qui vise spécialement la terre et l'appropriation dont elle a été l'objet. La terre, disent-ils, est limitée, il n'y en a pas pour tout le monde. La propriété foncière doit donc être considérée comme un monopole injuste, au profit des premiers occupants, au détriment des derniers arrivés.

Il est juste de dire, dans le sens rigoureux du mot, que la terre est limitée. L'atmosphère l'est aussi, de même que la chaleur que

nous envoie le soleil, de même que les eaux de source, de pluie ou de mer. Est-ce à dire que ceux qui se sont approprié la terre par leur travail aient limité la faculté de travail et d'appropriation des derniers arrivants? Ceux-ci ont-ils trouvé partout la place prise, et sont-ils voués à la misère, faute d'espace à occuper?

En fait, il n'en est rien. Tout porte même à croire qu'il s'écoulera encore de nombreux siècles avant que la surface entière du globe soit occupée. Dans le vieux monde où la population est relativement si dense, il y a encore, ainsi que nous l'avons déjà dit, d'énormes surfaces incultes et qui de longtemps ne seront cultivées. La moitié peut-être de l'Europe est à l'état d'indivision, et la propriété foncière n'y est pas encore créée. Quant au nouveau monde, principalement à l'Australie et à l'Amérique, c'est plus des quatre cinquièmes de ces immenses territoires qui ne sont pas encore constitués à l'état de propriété et qui deviendront la chose de ceux qui voudront se donner la peine d'y appliquer leur travail. Ce n'est donc pas la terre qui manque à l'homme et la propriété foncière n'est pas, comme on se plaît parfois à le dire, à l'état de monopole.

D'ailleurs, s'il est vrai de dire qu'elle est limitée quant à l'étendue, elle ne l'est pas assurément sous le rapport de la puissance productive. Or, c'est la puissance productive de la terre qui a été appropriée, parce qu'elle est le fruit du travail. Quelle différence entre les terres de productivité inégale, sous le rapport de la valeur et de l'importance de la propriété! Il y a des terres qui valent 100 francs l'hectare, d'autres, 10,000 francs. Ce n'est donc pas l'étendue que représente le droit de propriété appliqué à la terre, c'est la puissance productive, qui est éminemment variable, comme l'intensité et l'efficacité des travaux qui l'ont créée. Il dépend de chaque homme de se constituer une propriété en appliquant son travail à créer ou à accroître la productivité de la terre. Dans cette direction donnée au travail, la condition du dernier arrivé, loin d'être pire, comme on le dit, que celle du premier occupant, est infiniment plus avantageuse. Il a, pour se guider, l'expérience des siècles; il bénéficie surtout du concours des inventions et des machines qui donnent au travail actuel une supériorité si marquée sur le travail ancien.

Même si la terre était cultivée et peuplée tout entière, on ne pourrait pas dire qu'elle est un monopole au détriment des

derniers survenus qui ne trouveraient plus de place. La terre est un capital qui ne jouit d'aucun privilège, est en concurrence avec les autres capitaux, s'échange et se transmet dans les mêmes conditions que tous les autres capitaux. Quiconque fait du capital par le travail et par l'épargne peut arriver à la condition de propriétaire, en échangeant, au prix du marché, son capital mobilier contre du capital foncier. Il y a toujours des terres à vendre; la qualité de propriétaire foncier est donc véritablement à la portée de quiconque a travaillé et épargné. Comme tous les autres capitaux, le capital foncier est assurément limité. Pour le conquérir, il faut travailler et épargner, mais il n'y a point d'autre manière de créer le capital.

Il est d'ailleurs manifeste que l'appropriation du sol par le travail n'a pas eu pour effet de porter le moindre préjudice à celui qui n'a que ses bras, notamment à l'ouvrier des villes. S'il n'y avait pas eu appropriation du sol, il n'y aurait pas eu production abondante de denrées alimentaires ou autres, la population ne serait donc aujourd'hui ni aussi nombreuse, ni aussi bien partagée sous tous les rapports. C'est le développement de la propriété foncière qui a fait le développement de la population; c'est grâce au capital foncier que les ouvriers des villes peuvent, non seulement exister, mais encore prospérer par le travail et par l'épargne. Il est strictement vrai de dire que le capital, sous toutes ses formes, a émancipé les classes laborieuses, et qu'il doit être considéré comme le bienfaiteur de l'humanité.

DE LA FORMATION DE L'AMMONIAQUE

DANS LA TERRE ARABLE

PAR

A. HÉBERT

Préparateur de physiologie végétale au Muséum d'histoire naturelle.

Les expériences que nous allons décrire ici ont eu pour origine une étude que M. Dehérain nous avait chargé d'entreprendre pour constater l'influence des sels ammoniacaux sur la végétation. En

effet, si l'efficacité de l'azote ajouté au sol sous forme de nitrate est depuis longtemps reconnue par de nombreux et habiles praticiens ; l'on n'est pas absolument d'accord sur la manière dont agissent les sels ammoniacaux. C'est pour chercher à éclairer ce sujet que nous entreprenons ce travail.

1. Comment se comportent les sels ammoniacaux dans le sol.

Nous avons disposé d'abord les expériences suivantes :

On a pris un bon échantillon de terre que l'on a bien mélangé et passé au tamis de 1 millimètre et on l'a stérilisé soigneusement à l'autoclave à une température de 110 degrés. Nous avions pour but de détruire le ferment nitrique et de l'empêcher de nitrifier l'azote ammoniacal que nous ajouterions à la terre.

Dans des pots de grès bien flambés à la flamme d'un bec Bunsen, on a mis 100 grammes de cette terre stérilisée et on y a ajouté des doses croissantes de sulfate d'ammoniaque, en dissolution également stérilisée; le tableau suivant indique la disposition de ces expériences :

NUMÉRO DES POTS	QUANTITÉS DE TERRE stérilisée introduites dans ces pots.	QUANTITÉS de sulfate d'ammoniaque ajoutées.	AZOTE AMMONIACAL correspondant au sulfate d'ammoniaque ajouté.
	gr	gr	milligr
Pot n° 1...........	100	0.010	2.1
n° 2...........	100	0.020	4.2
n° 3...........	100	0.040	8.4
n° 4....	100	0.100	21.0
n° 5.....	100	0.200	42.0

Dans chacun de ces cinq pots, nous avons semé six graines de cresson alenois; les pots ont été placés sur des soucoupes et recouverts de cloches laissant pénétrer l'air, mais empêchant l'apport en trop grande quantité des poussières atmosphériques. Ces pots ont été arrosés tous les jours par la soucoupe avec de l'eau bouillie. Dans ces conditions, et bien que l'expérience ne fût pas très nette, les premiers pots dans lesquels le sulfate d'ammoniaque n'était pas en trop grande quantité donnèrent seuls des plantes un peu vi-

vaces, tandis que les deux derniers pots ne laissaient végéter que des plantes misérables.

Comparativement avec ces cinq pots on en a disposé cinq autres contenant les mêmes doses de terre stérilisée et de sels ammoniacaux; on les a arrosés une fois par la soucoupe et on les a laissé dessécher sans y rien semer.

On a alors retourné les pots pour en détacher le pâté de terre qu'on a divisé perpendiculairement à l'axe en trois tranches (haut, milieu et bas). Dans ces tranches, nous avons dosé séparément l'ammoniaque et nous sommes arrivés à cette conclusion déjà constatée plusieurs fois au laboratoire, que les sels ammoniacaux se portent à la tranche supérieure des pots, c'est-à-dire qu'ils se concentrent surtout vers la surface de la terre.

Mais en faisant la somme de l'azote ammoniacal contenu dans les trois tranches de chaque pot et en la comparant à la quantité introduite dans la terre, on est frappé des différences qui existent entre ces deux nombres.

Quand on a ajouté à la terre :

Mgr.			Mgr.		Mgr.
2.1	d'azote ammoniacal,	on en a retrouvé	10.4	Ammoniaque formée	+8.4
4.2	—	—	11.3	—	+7.1
8.4	—	—	16.3	—	+7.9
21.0	—	—	22.6	—	+1.6
42.0	—	—	40.9	—	—1.1

Dans tous les cas, sauf dans le dernier, il s'est formé de l'ammoniaque ; il est curieux de voir que l'addition de sels ammonicaux à la terre rend cette formation d'ammoniaque plus faible et que cette production s'arrête quand le sulfate d'ammoniaque est en quantité un peu forte.

2. Cette formation d'ammoniaque est-elle due à l'action d'un ferment ou à une action chimique?

Fort surpris de ce résultat inattendu, nous avons, d'après l'avis bienveillant de M. Dehérain, abandonné provisoirement la question primitive que nous voulions étudier pour rechercher les causes de cette production inégale d'ammoniaque. Elle ne peut guère être due qu'à deux phénomènes : une action chimique ou une action biologique, ces deux causes pouvant d'ailleurs agir ensemble ou séparément. Il était déjà bien probable, d'après les expériences de

Boussingault sur la terre, qu'une partie de cette ammoniaque était due à une action chimique, puisque comme l'a constaté l'illustre agronome, l'action de la chaux sur la terre arable donne lieu à une production très notable d'ammoniaque; mais, d'autre part, et bien que nous ayons opéré sur une terre stérilisée à 110 degrés, il était possible qu'une partie de l'ammoniaque formée fût produite sous l'action d'un ferment ammoniacal analogue à celui découvert par M. van Tieghem[1] et qui transforme l'urée en carbonate d'ammoniaque. On vient de dire que ce ferment pouvait agir, bien que la terre fût stérilisée à 110 degrés. M. Ladureau a, en effet, reconnu[2] qu'à cette température, le ferment ammoniacal peut se mettre en spores et résister à la stérilisation et qu'il faut une température de 130 degrés pour le tuer sûrement.

Nous nous proposions donc pour élucider cette question d'étudier simultanément la formation de l'ammoniaque dans la terre stérilisée à 130 degrés, et dans la terre non stérilisée en ajoutant dans les deux cas des doses croissantes de sels ammoniacaux. Nous avons donc prélevé un échantillon de terre de jardin qui a été bien mélangé et passé au tamis de 1 millimètre. On a rempli de cette terre plusieurs pots de grès que l'on a disposés sous des cloches pour qu'aucune influence extérieure n'intervînt.

Le dosage d'azote ammoniacal fait préalablement par la méthode ordinaire[3] donna comme résultat $2^{mgr}40$ d'azote ammoniacal pour 100 grammes de terre.

D'un autre côté un échantillon de la même terre fut stérilisé en le soumettant à l'autoclave à une température de 130 degrés pendant deux heures.

Nous nous proposions ensuite de remplir de cette terre

1. *Comptes rendus*, t. LVIII, p. 210.

2. *Ann. agron.*, t. XI, p. 272.

3. Pour exécuter ces dosages d'ammoniaque pendant tout le cours de ces expériences, on a toujours opéré de la même façon, pour avoir le moins de chances d'erreur possibles; on mettait dans un ballon 50 grammes de la terre dans laquelle on voulait doser l'ammoniaque, 200 centimètres cubes d'eau et $0^{gr}350$ de magnésie fraîchement calcinée; on passait à l'appareil de M. Schlœsing en recueillant 150 centimètres cubes environ de liquide distillé dans 10 centimètres cubes d'acide sulfurique très étendu et titré à l'avance; on mettait ensuite le liquide distillé dans un autre ballon, en y ajoutant 20 centimètres cubes de potasse très concentrée pour retenir l'acide carbonique et déplacer l'azote ammoniacal et l'on repassait à l'appareil de M. Schlœsing en en recueillant 80 ou 90 centimètres cubes de liquide dans 10 centimètres cubes du même acide sulfurique. Enfin on titrait à l'eau de chaux.

stérilisée plusieurs pots également placés sous des cloches et dans lesquels on aurait dosé de nouveau l'ammoniaque au bout d'une quinzaine de jours en même temps que dans les pots remplis de terre non stérilisée. Mais en faisant le dosage de l'azote ammoniacal initial qui existait dans la terre stérilisée à 130 degrés, on trouva qu'elle renfermait $5^{mgr}48$ d'azote ammoniacal pour 100 grammes de terre, c'est-à-dire une quantité bien plus forte que dans la même terre non stérilisée. Cette formation d'ammoniaque ne pouvait évidemment être due à un ferment, puisqu'elle avait lieu à une température où les ferments sont tués.

Ces dosages d'ammoniaque recommencés plusieurs fois avant et après la stérilisation ont toujours conduit à la même conclusion.

3. La formation de l'ammoniaque observée est le résultat d'une action chimique.

Étant amené, par les expériences précédentes, à supposer que la formation de l'ammoniaque dans la terre arable pendant la stérilisation était due à une action chimique, on a disposé deux tubes scellés renfermant chacun 50 grammes de terre arable à 15 p. 100 d'eau et que l'on a chauffés au bain de paraffine à 150 degrés pendant deux heures. On était ainsi certain qu'aucune influence extérieure ne pourrait intervenir et que les sels ammoniacaux qui se formeraient ne se volatiliseraient pas.

Les dosages d'ammoniaque avant et après l'expérience ont donné les résultats suivants :

AZOTE AMMONIACAL		
INITIAL	FINAL	DIFFÉRENCE
mgr 2.10 p. 100	mgr 12.74 p. 100	mgr +10.64
2.10 p. 100	12.63 p. 100	+10.53

Il y a donc une quantité relativement très grande d'ammoniaque produite à cette température.

Voyant que la production d'ammoniaque avait toujours lieu

même en tubes scellés, nous avons pensé à reproduire les expériences, que nous n'avions encore faites que dans des pots de grès, en chauffant la terre en tubes scellés avec des doses croissantes de sels ammoniacaux.

On a donc disposé quatre séries de deux tubes scellés contenant :

1° Série........... 50 grammes terre à 15 p. 100 d'eau dans chaque tube.
2° Série........... 50 grammes terre à 15 p. 100 d'eau et 0gr005 de sulfate d'ammoniaque dans chaque tube.
3° Série........... 50 grammes terre à 15 p. 100 d'eau et 0gr050 de sulfate d'ammoniaque dans chaque tube.
4° Série........... 50 grammes terre à 15 p. 100 d'eau et 0gr100 de sulfate d'ammoniaque dans chaque tube.

Le sulfate d'ammoniaque avait été ajouté en dissolution et intimement mélangé à la terre. On a dosé dans la terre employée l'ammoniaque ; les huit tubes scellés ont été chauffés au bain de paraffine à 150 degrés pendant deux heures et, après refroidissement, on y a dosé de nouveau l'azote ammoniacal.

Le tableau suivant donne les résultats obtenus rapportés à 100 grammes de terre.

	AZOTE AMMONIACAL		
	INITIAL	FINAL	DIFFÉRENCE
	mgr	mgr	mgr
1re série. — 100 gr. de terre seule renfermant 1mgr 73 p. 100 d'azote ammoniacal..............................	1.73	14 26	+12.53
2e série. — 100 gr. de terre renfermant 1mgr 73 p. 100 d'azote ammoniacal et 0gr 010 de sulfate d'ammoniaque renfermant 2mgr 10 d'azote ammoniacal...	3.83	23.43	+19.60
3e série. — 100 gr. de terre renfermant 1mgr 73 p. 100 d'azote ammoniacal et 0gr 100 de sulfate d'ammoniaque renfermant 21mgr 00 p. 100 d'azote ammoniacal..............................	22.73	28.88	+ 6.15
4e série. — 100 gr. de terre renfermant 1mgr 73 p. 100 d'azote ammoniacal et 0gr 200 de sulfate d'ammoniaque renfermant 42mgr d'azote ammoniacal....	43.73	37.76	— 6.57

Ces chiffres ne présentent pas une marche aussi régulière que celle que nous avions déduite du dosage de l'ammoniaque dans la

terre des pots au commencement de nos expériences; mais la conclusion est toujours analogue. La terre chauffée donne une production très notable d'ammoniaque; cette production diminue quand on ajoute des doses croissantes de sels ammoniacaux, et il semble y avoir une limite au delà de laquelle la formation d'ammoniaque n'a plus lieu.

4. La formation de l'ammoniaque dans la terre en présence des doses croissantes de sels ammoniacaux semble suivre la marche d'une dissociation.

Frappé de la persistance de ces résultats, on a cherché à quel phénomène on pouvait rapporter cette action limite dont la chimie offre d'ailleurs d'assez nombreux exemples et il ne restait guère à avancer que l'hypothèse d'une dissociation analogue à celles signalées par H. Sainte-Claire Deville et Debray.

On sait, notamment, que ces deux illustres chimistes en chauffant du spath d'Islande dans de la vapeur de zinc en provoquaient la décomposition partielle en chaux vive et acide carbonique jusqu'à ce que la tension du gaz dégagé ait atteint une certaine valeur; si on retirait du gaz de l'appareil, de façon à diminuer la tension, le spath d'Islande fournissait immédiatement par décomposition la quantité d'acide carbonique nécessaire pour que la tension revînt à sa valeur primitive; si on ne retirait pas de gaz de l'appareil, la décomposition n'allait pas plus loin. La décomposition du spath en chaux et acide carbonique était donc favorisée par l'absence de l'acide carbonique et empêchée, au contraire, par sa présence en certaine quantité.

La formation d'ammoniaque observée dans la terre et l'action limite que provoquaient les sels ammoniacaux ressemblaient singulièrement à un phénomène analogue à celui de la décomposition du carbonate de chaux, signalé par Sainte-Claire Deville et Debray. On pouvait donc déjà supposer que le phénomène qui se manifestait avec la terre était une dissociation. Pour le préciser, nous avons voulu obtenir des chiffres plus exacts que ceux du précédent tableau, chiffres qui ne se rapportent pas tout à fait à un phénomène de dissociation et qui renferment quelques irrégularités.

D'après nos expériences synthétiques il résulterait que la perte possible au dosage serait de moins de 1 milligr. pour la terre additionnée de 0gr 010 à 0gr 100 p. 100 de sulfate d'ammoniaque et que

cette perte pourrait s'élever à plus de 5 milligr. pour la terre additionnée de 0gr 200 p. 100 de sulfate d'ammoniaque.

On a alors recommencé ces expériences en dosant l'azote ammoniacal initial dans tous les cas, au lieu de doser l'ammoniaque de la terre et d'y additionner la quantité d'ammoniaque théorique qu'on y ajoutait, comme on l'avait fait auparavant. On est arrivé de la sorte aux résultats suivants rapportés à 100 gr. de terre et qui montrent que la marche du phénomène est bien celle d'une dissociation.

	AZOTE AMMONIACAL		
	INITIAL	FINAL	DIFFÉRENCE
	mgr	mgr	mgr
I. — Terre seule....................	2.90	12.94	+10.04
II. — Terre et 0gr010 p. 100 sulf. d'amm.	4.09	13.33	+ 9.24
III. — Terre et 0.020 — —	5.46	14.38	+ 8.92
IV. — Terre et 0.050 — —	11.54	19.77	+ 8.23
V. — Terre et 0.100 — —	23.18	26.65	+ 3.47
VI. — Terre et 0.150 — —	27.65	29.84	+ 2.19
VII. — Terre et 0.200 — —	39.80	38.99	— 0.81

5. Action du temps sur la production de l'ammoniaque dans la terre en présence de doses croissantes de sels ammoniacaux.

Ayant ainsi constaté l'influence des diverses quantités de sels ammoniacaux sur la transformation des composés azotés de la terre, on a voulu étudier l'action du temps sur ces mêmes composés azotés.

A cet effet, on a disposé des séries de quatre tubes scellés contenant chacun 50 gr. de terre et la même quantité de sels ammoniacaux; on a chauffé au bain de paraffine à 150 au bout de 2 heures, on a retiré un des quatre tubes; au bout de 4 heures, on en a retiré un autre; puis un troisième au bout de 6 heures, et enfin le dernier au bout de 8 heures; on a traité ainsi sept séries de quatre tubes dans

lesquels on a dosé l'azote ammoniacal initial et final. Le tableau suivant donne les résultats obtenus rapportés à 100 gr. de terre.

QUANTITÉS de sels ammoniacaux ajoutés à la terre.	AZOTE AMMONIACAL				
	INITIAL	FINAL			
		après 2 heures	après 4 heures	après 6 heures	après 8 heures
	mgr	mgr	mgr	mgr	mgr
I. — Terre seule	1.60	15.17	17.47	18.63	22.80
II. — Terre et 0gr010 p. 100 sulf. d'amm.	4.00	16.16	17.52	19.37	23.08
III. — Terre et 0.020 — —	5.86	18.14	22.58	21.84	25.39
IV. — Terre et 0.050 — —	11.48	21.59	26.90	25.80	26.53
V. — Terre et 0.100 — —	21.47	25.91	29.00	30.85	37.14
VI. — Terre et 0.150 — —	30.04	3[illegible].70	34.94	»	37.40
VII. — Terre et 0.200 — —	38.62	40.00	44.91	43.56	44.54

On voit que, sauf quelques irrégularités la quantité d'ammoniaque formée augmente avec le temps pendant lequel on chauffe la terre. De plus, on peut remarquer que, pour le même nombre d'heures, la formation de l'ammoniaque suit la même loi que celle précédemment trouvée.

Les tableaux suivants donnent, du reste, les différences entre l'azote ammoniacal initial et final, c'est-à-dire l'azote ammoniacal formé pour les différents temps : 2 heures, 4 heures, 6 heures, 8 heures, différences que nous déduisons du tableau précédent.

	AZOTE AMMONIACAL		
	INITIAL	FINAL	DIFFÉRENCE
Deux heures.			
	mgr	mgr	mgr
I. — Terre seule....................	1.60	15.17	+13.57
II. — Terre et 0gr010 p. 100 de sulf. d'am.	4.00	16.16	+12.16
III. — Terre et 0.020 — —	5.86	18 14	+12.28
IV. — Terre et 0.050 — —	11.48	21.59	+10.11
V. — Terre et 0.100 — —	21.47	25.91	+ 4.44
VI. — Terre et 0.150 — —	30.04	31.70	+ 1.66
VII. — Terre et 0.200 — —	38.62	40.00	+ 1.38
Quatre heures.			
I. — Terre seule......................	1.60	17.45	+15.85
II. — Terre et 0gr010 p. 100 de sulf. d'am.	4.00	17.52	+13.52
III. — Terre et 0.020 — —	5.86	22.58	+16.72
IV. — Terre et 0.050 — —	11.48	26.90	+15.42
V. — Terre et 0.100 — —	21.47	29.00	+ 7.53
VI. — Terre et 0.150 — —	30.04	34.94	+ 4.90
VII. — Terre et 0.200 — —	38.62	44.91	+ 6.29
Six heures.			
I. — Terre seule......................	1.60	18.63	+17.03
II. — Terre et 0gr 010 p. 100 de sulf. d'am.	4.00	19.37	+15.37
III. — Terre et 0.020 — —	5.86	21.84	+15.98
IV. — Terre et 0.050 — —	11.48	25.80	+14.32
V. — Terre et 0.100 — —	21.47	30.35	+ 8.68
VI. — Terre et 0.150 — —	30.04	»	»
VII. — Terre et 0.200 — —	38.62	43.56	+ 4.94
Huit heures.			
I. — Terre seule......................	1.60	22.80	+21.20
II. — Terre et 0gr 010 p. 100 de sulf. d'am.	4.00	23.08	+19.08
III. — Terre et 0.020 — —	5.86	25.29	+19.43
IV. — Terre et 0.050 — —	11.48	26.53	+15.05
V. — Terre et 0.100 — —	21.47	37.14	+15.67
VI. — Terre et 0.150 — —	30.04	37·40	+ 7.36
VII. — Terre et 0.200 — —	38.62	44.54	+ 5.92

6. Quels sont les composés de la terre qui donnent lieu à la formation d'ammoniaque.

Ayant ainsi déterminé la loi de formation de l'ammoniaque dans la terre, loi qui semble due à un phénomène de dissociation provenant d'une action chimique, on a voulu déterminer quels étaient les composés sur lesquels portaient le phénomène.

On a d'abord pensé qu'il se produisait peut-être sur les matières azotées de la terre, et en présence du carbonate de chaux qu'elle contenait, une action analogue à celle qu'exerce la chaux sodée. Cette hypothèse était d'autant plus permise qu'elle justifiait parfaitement l'action que produisait le sulfate d'ammoniaque sur la formation de l'ammoniaque dans la terre arable. En effet, ce sulfate d'ammoniaque agissant sur le carbonate de chaux de la terre doit donner par double décomposition du sulfate de chaux et du carbonate d'ammoniaque. Par conséquent, plus on ajoute de sulfate à la terre, moins il reste de carbonate de chaux pour produire une action analogue à celle de la chaux sodée et moins il doit se former d'ammoniaque, ce qui arrive effectivement. Pour constater si cette hypothèse était exacte, nous avons pris deux échantillons de la même terre : l'un a été traité par l'acide chlorhydrique très étendu jusqu'à ce qu'il ne produisît plus d'effervescence, puis il a été bien lavé à l'eau et séché jusqu'à ce qu'il devînt friable; on a pensé ainsi débarrasser cet échantillon de la presque totalité de son carbonate de chaux sans trop attaquer les composés azotés de la terre. L'autre échantillon a été au contraire additionné intimement d'une dose de 2 grammes de carbonate de chaux finement pulvérisé pour 100 grammes de terre.

On a chauffé en tubes scellés pendant 2 heures à 150° et on a obtenu les résultats suivants rapportés à 100 gr. de terre.

	AZOTE AMMONIACAL		
	INITIAL	FINAL	DIFFÉRENCE
	mgr	mgr	mgr
Terre dépouillée de carbonate de chaux...	1.62	9.61	+ 7.99
Terre additionnée de carbonate de chaux..	1.72	13.17	+11.45

On voit qu'il se forme encore des quantités assez grandes d'ammoniaque dans la terre dépouillée de carbonate de chaux, ce qui tendrait à écarter l'hypothèse d'une action analogue à celle de la chaux sodée.

Pour en être plus sûr, on a cherché si une terre sans carbonate

de chaux chauffée avec des doses croissantes de sulfate d'ammoniaque se comporterait comme la terre ordinaire.

Voici les résultats obtenus.

	AZOTE AMMONIACAL		
	INITIAL	FINAL	DIFFÉRENCE
	mgr	mgr	mgr
Terre dépouillée de carbonate de chaux...	3.37	11.96	+8.59
Même terre et 0^{gr}010 p. 100 de sulf. d'amm.	4.81	10.97	+6.16
— 0.100 — —	23.34	24.40	+1.06
— 0.200 — —	38.90	39.70	+0.80

Ce tableau montre bien que la terre débarrassée de carbonate de chaux se comporte comme la terre ordinaire en présence de doses croissantes de sels ammoniacaux; elle paraît cependant former moins d'ammoniaque que la terre ordinaire, ce qui n'a pas lieu de surprendre, la matière azotée qui fournit l'ammoniaque ayant pu être attaquée en partie pendant le traitement à l'acide chlorhydrique même très étendu, comme l'a démontré M. Berthelot.

D'après ces résultats, nous avons été obligé d'abandonner l'hypothèse que nous avions d'abord faite.

Possédant encore un peu d'acide humique extrait de la terre ordinaire, nous avons voulu voir si cette matière humique ne formerait pas une certaine quantité d'ammoniaque quand on la chauffait comme la terre.

Cet acide humique avait été obtenu par le procédé ordinaire, c'est-à-dire en attaquant la terre par l'acide chlorhydrique étendu, en lavant ensuite soigneusement à l'eau, en traitant par une solution de potasse, filtrant et précipitant le liquide filtré par l'acide chlorhydrique. La matière humique bien lavée par décantation, recueillie sur un filtre et séchée à l'étuve avait donné la composition suivante à l'analyse élémentaire.

Azote........................	4.12	p. 100.
Hydrogène....................	5.42	—
Carbone......................	50.50	—
Cendres......................	3.20	—
Oxygène par différence........	36.76	—

Cet acide humique chauffé à 150° pendant 2 heures en tubes scellés à la dose de 1 gramme, bien délayé et pulvérisé dans l'eau distillée, a donné les chiffres suivants :

Azote ammoniacal initial	3mgr 14	Différence	+ 3mgr 44.
— final	6mgr 58		

La formation d'ammoniaque est, comme on le voit, loin d'être comparable à celle trouvée pour la terre ordinaire, bien que l'acide humique employé contînt une assez grande quantité d'azote organique.

Nous n'attachions pas, du reste, une importance exagérée à ces résultats, car la matière humique, obtenue comme nous l'avons dit, diffère probablement de celle qui existe dans la terre. Cet acide humique a dû, en effet, subir de profondes modifications pendant le traitement de l'acide chlorhydrique et à la potasse, puisque ces deux traitements donnent lieu à une certaine production d'ammoniaque.

Ayant constaté que l'ammoniaque formée ne provenait pas d'une action analogue à celle de la chaux sodée, nous avons pensé que cette ammoniaque se formait peut-être aux dépens des amides contenues dans la terre.

On sait en effet que la présence de composés amidés dans la terre a été soupçonnée, il y a une trentaine d'années, par Boussingault, et démontrée, plus récemment, par MM. Berthelot et André qui ont publié sur ces amides complexes[1] une série d'expériences très complètes. Le savant académicien et son collaborateur ont également étudié l'action des divers agents hydratants, acides ou bases, et de l'eau pure, sur les amides simples, puis sur les amides complexes et sur les amines, et ils ont obtenu dans tous ces cas une certaine quantité d'ammoniaque. Il serait donc très possible que la production d'ammoniaque constatée dans la terre arable soumise à la chaleur provînt de ces composés amidés.

Il se pourrait même qu'une partie de cette ammoniaque fût formée aux dépens de matières albuminoïdes contenues dans la terre et provenant des organismes qu'elle renferme. On sait que M. Schützenberger a étudié les matières albuminoïdes avec un très grand soin. Or en chauffant à plusieurs atmosphères

1. *Ann. Chimie et Phys.*, 6e série, t. XI.

dans une autoclave l'albumine avec une solution concentrée de baryte [1], l'éminent chimiste a constaté la formation d'une certaine quantité d'ammoniaque.

Nous étions donc assez autorisés à émettre l'hypothèse que l'ammoniaque formée provenait des amides complexes de la terre. Pour constater si cette supposition était exacte, nous avons disposé l'expérience suivante :

On sait que les amides pour se transformer en ammoniaque ou en sels ammoniacaux doivent fixer les éléments de l'eau, ce qui a lieu sous l'influence des alcalis, des acides ou de l'eau agissant à une pression de plusieurs atmosphères et que l'urée, par exemple, traitée par une dissolution de potasse ou par l'acide sulfurique ou enfin chauffée quelques heures en tube scellé avec de l'eau donne du carbonate d'ammoniaque.

Il était donc probable qu'en prenant deux échantillons de la même terre, l'un parfaitement sec, l'autre humide, et qu'en les chauffant en tubes scellés, le dernier échantillon seul devait donner une formation notable d'ammoniaque, si cette ammoniaque provenait bien des composés amidés de la terre.

On a donc pris un lot de terre fine et bien mélangée qu'on a séché à l'étuve à 110°; on en a mis 50 grammes dans un tube scellé, et dans un autre tube, on a mis 50 grammes de la même terre sèche bien mélangée avec une quantité d'eau distillée correspondant à 15 grammes d'eau pour 100 grammes de terre; ces tubes ont été chauffés comme d'ordinaire au bain de paraffine à 150° pendant deux heures et on y a dosé l'ammoniaque.

On a obtenu les résultats suivants :

	AZOTE AMMONIACAL		
	INITIAL	FINAL	DIFFÉRENCE
	mgr	mgr	mgr
Terre sèche....................	7.84	8.76	+0.92
Terre avec 15 p. 100 d'eau.......	7.84	17.49	+9.65

La terre sèche ne forme donc qu'une quantité d'ammoniaque

1. Voir art. MATIÈRES ALBUMINOÏDES (*Dict. de Würtz*, Suppl., 1re partie, p. 54).

très faible tandis que cette même terre additionnée d'eau forme une quantité relativement grande d'ammoniaque.

Ce fait semble bien prouver que la formation de l'ammoniaque dans les conditions où nous l'avons étudiée est due à une hydratation de composés amidés.

Ces résultats expliqueraient de plus pourquoi on n'a pas constaté la formation de quantités notables d'ammoniaque en opérant avec l'acide humique et avec la terre débarrassée de carbonate de chaux, puisque ces deux matières ont été obtenues en traitant la terre par l'acide chlorhydrique qui, comme l'ont montré plusieurs savants, détruit partiellement les composés amidés en les transformant en sels ammoniacaux qui se volatilisent pendant la dessiccation à 110° à l'étuve.

Résumé.

Les expériences précédentes conduisent aux conclusions suivantes :

1° Il suffit de chauffer la terre humide au-dessus de 100° pour qu'elle donne naissance à une certaine quantité d'ammoniaque;

2° Si on a joute à la terre des doses croissantes de sels ammoniacaux, cette production d'ammoniaque diminue de plus en plus et s'arrête au delà d'une certaine limite ;

3° Cette production d'ammoniaque suit la marche d'un phénomène de dissociation ;

4° Cette production d'ammoniaque semble se faire aux dépens des composés amidés complexes contenus dans la terre.

Nous ne saurions terminer cette étude sans remercier notre savant maître, M. Dehérain, des excellents conseils qu'il n'a cessé de nous prodiguer pendant tout le cours de ces expériences.

NOTICES NÉCROLOGIQUES

M. Amédée Boitel.

L'agriculture française vient de perdre un de ses maîtres les plus universellement estimés, M. Amédée Boitel, qui déjà professeur en 1851 à l'Institut agronomique de Versailles, professait encore au nouvel Institut agronomique l'agriculture générale, quand la maladie à laquelle il a succombé l'a forcé, quelques semaines avant sa mort, à interrompre ses leçons.

M. Boitel a assisté à ce mouvement considérable qui a transformé toutes les idées qui dominaient il y a quarante ans l'agriculture et qui a amené peu à peu les esprits à reconnaître l'importance des services que la science peut rendre à l'agriculture aussi bien qu'à l'industrie. Praticien consommé et donnant une très grande importance à la connaissance approfondie des procédés de la pratique agricole, il avait le goût de l'observation et des recherches scientifiques. Les intéressants mémoires qu'il a publiés sur la flore des prairies en font foi. Dans les nombreux voyages que lui imposaient les fonctions d'inspecteur général de l'agriculture ou de l'enseignement agricole qu'il a exercées pendant trente-quatre ans, il ne cessait de recueillir des échantillons de plantes, de roches, de cailloux, de terres, réunissant sans relâche les éléments de ses travaux sur les herbages et les prairies et aussi ceux d'un grand ouvrage sur l'agrologie à la rédaction duquel il a consacré les derniers moments de sa vie. Dans les leçons qu'il professait à l'Institut agronomique, il exposait à ses élèves les principaux résultats de ces recherches personnelles si longuement poursuivies et se plaisait à montrer combien la connaissance de la botanique, de la géologie et de la minéralogie est nécessaire à l'agriculteur désireux d'améliorer ses prairies et de porter un jugement éclairé sur la composition du sol qu'il cultive.

M. Amédée Boitel naquit dans le département de l'Aisne à Villers-Saint-Christophe le 8 décembre 1820. Sa famille ne le destinait pas à l'agriculture; ce fut un hasard heureux qui l'engagea dans la carrière qu'il a si utilement et si brillamment parcourue.

En 1843, il avait terminé ses études et était encore indécis sur la voie où il devait s'engager, quand il apprit que la Société d'encouragement à l'industrie nationale mettait au concours une bourse à l'École d'agriculture de Grignon. Sa résolution est aussitôt prise : sans demander conseil, sans prévenir personne, il se présente au concours et en subit les épreuves avec succès.

Entré à Grignon il est captivé par ces études auxquelles il va consacrer sa vie entière et se place, sans conteste, au premier rang des élèves de sa promotion, suivant les cours avec assiduité, mais se formant surtout lui-même en puisant dans la bibliothèque, les livres qu'il va lire sous les ombrages du parc et au milieu des champs du vaste domaine de Grignon. Il examine tout ce qui l'entoure et observe sans cesse les divers travaux de la culture auxquels il aime à prendre part; il veut se former à la pratique agricole, car il est décidé à se faire agriculteur.

Sorti le premier de l'école de Grignon il prend la direction de l'exploitation d'un vaste domaine dans les Landes ; régisseur aux marais d'Orx il a de grands travaux d'assainissement à organiser; il s'y adonne avec ardeur tout en étudiant les conditions générales de la culture dans les Landes. C'est de cette époque de sa vie que date un travail très complet, qu'il publia en 1848 sur le pin maritime et dans lequel il a traité de la plantation de cet arbre dans les dunes, de la pratique du résinage et de l'industrie des résines, et aussi, une étude rééditée plus tard sur la mise en valeur des terres pauvres par le pin maritime, sur les marais des Landes et los vignes de Cap-Breton.

La révolution de février 1848 ne devait pas tarder à apporter de grands

changements dans l'organisation si rudimentaire jusque-là de l'enseignement agricole en France. Sur le rapport de M. Richard du Cantal, l'Assemblée nationale votait la loi du 3 octobre 1848 qui instituait l'enseignement de l'agriculture à tous les degrés. C'est au fond des Landes que M. Boitel apprit qu'une école supérieure d'agriculture était créée à Versailles sous le nom d'Institut agronomique et que les chaires en allaient être mises au concours. Il ne put résister au désir de venir à Paris tenter la fortune, sans grand espoir de réussite, cependant, car il allait avoir à lutter lui, jeune homme inconnu et à peine sorti de l'École, contre un des maîtres reconnus de l'agriculture française à cette époque, Moll, qui avait produit de nombreux et importants travaux. Il n'osait pas compter sur le triomphe, mais il voulait profiter de l'occasion qui se présentait à lui de résumer pour ce concours et de classer tout ce qu'il avait appris en agriculture et de faire l'épreuve publique de ce qu'il pouvait valoir.

Dans ce concours la bonne ordonnance de son programme, son esprit juste et droit frappèrent le jury que présidait le meilleur des juges en telle matière, l'illustre comte de Gasparin. On vit en lui un jeune professeur plein d'avenir, unissant aux connaissances variées et au tact particulier du praticien, un esprit vraiment scientifique et on lui attribua la chaire d'agriculture à l'Institut agronomique de Versailles.

Il l'occupa avec distinction pendant les deux années que dura cet établissement de 1851 à 1853.

Le professeur d'agriculture de l'Institut agronomique avait la direction particulière d'un champ de 25 hectares destiné aux cultures expérimentales. A peine avait-il eu le temps de le mettre en état convenable de culture et d'y installer les premières expériences dont il rendit compte dans un rapport publié en 1852 dans les *Annales de l'Institut agronomique* quand la brusque fermeture de l'Institut qui suivit de près le coup d'État de décembre 1852 vint anéantir toute son œuvre.

Au moment de la destruction de l'Institut agronomique, M. Boitel fut indemnisé de la perte de la chaire qu'il avait gagnée au concours par le poste d'inspecteur général de l'agriculture qu'il occupa soit sous ce titre, soit sous celui d'inspecteur général de l'enseignement agricole jusqu'en 1887. Il a exercé pendant ces trente-quatre ans ces délicates fonctions avec une compétence, une probité, un tact et une affabilité que tous les agriculteurs ont été unanimes à reconnaître.

Durant cette longue carrière d'inspecteur général de l'agriculture bien des missions spéciales lui ont été confiées. Il fut tout d'abord chargé de réorganiser les cultures des domaines de Sologne appartenant au chef de l'État. Plus tard, à la fin du règne, en 1869 et 1870, il dut prendre provisoirement la direction de cette école de Grignon dont il avait été l'un des plus brillants élèves, quand les cultures en furent cédées à l'État par la Société qui l'avait fondée. Inspecteur général du service pénitentiaire en même temps que de l'agriculture, il fut chargé d'organiser en Corse des cultures où le travail des détenus pût être utilisé. Partout et toujours M. Boitel apporta dans les missions dont il fut chargé la droiture, la fermeté, la conscience qui formaient le fond même de son caractère. Homme de devoir avant tout, il savait braver le danger avec

calme et résolution. L'influence pernicieuse des marais de Corse où il avait à installer les exploitations rurales que devaient travailler les détenus ne le fit pas reculer, il acheva son œuvre, mais rapporta en France des fièvres paludéennes dont il ressentit bien longtemps les atteintes.

L'étude du climat et des cultures de la Corse l'intéressèrent au plus haut degré. Il a publié à ce sujet dans les *Annales agronomiques*, en 1875, une étude complète sur la culture du cédratier en Corse et en 1878 un intéressant travail sur la mal'aria de la Corse et le rôle des cultures dans l'assainissement des terres insalubres.

Très actif sous une apparence fort calme, M. Boitel était déjà au travail quand tous autour de lui dormaient encore. Dans les nombreux voyages que les inspections l'obligeaient de faire en toute saison en France, en Corse, en Algérie, tout en s'acquittant de ses devoirs administratifs avec la plus grande conscience, il poursuivait des recherches scientifiques personnelles et recueillait à chaque occasion des observations nouvelles. La flore comparée des prairies des différentes régions, la nature et le mode de formation du sol sur les points dont il étudiait la culture étaient les principaux sujets de ses études. Il publia de 1878 à 1885, dans les *Annales agronomiques* le plus souvent, plusieurs mémoires d'un grand intérêt sur les prairies : *Étude sur la prairie Gœtz* (1878), *Prairies et Irrigations des Vosges* (1881), *Prairies du bassin de la Saône* (1881), *Herborisations agricoles en Algérie* (1882), *Prairies naturelles et plantes adventices de la Suisse et de l'est de la France* (1882), *Étude sur les prairies naturelles de l'est et du centre de la France* (1884), *Études des prairies et pâturages de la Bretagne* (1885). Enfin il a réuni dans un livre qui a obtenu un succès bien mérité l'ensemble des observations sur les herbages et les prairies naturelles (1887).

Vers la fin de sa carrière, M. Boitel fut heureux de redevenir professeur. Il accepta en 1881 de faire le cours d'agriculture générale dans le nouvel Institut agronomique, qui, au bout de vingt-trois ans d'interruption, avait repris à la tête de l'enseignement agricole la place qu'avait brillamment occupée pendant deux ans l'Institut agronomique de Versailles.

Le cours que M. Boitel faisait à l'Institut agronomique pendant ces dernières années avait un caractère très personnel. Le professeur se plaisait à exposer dans ses leçons les faits très nombreux qu'il avait observés durant sa longue carrière agricole. La constitution du sol, ses origines, sa composition étaient un sujet qu'il se plaisait surtout à traiter en détail. Il se proposait de publier cette partie importante de son cours dans un livre spécial à la rédaction duquel il consacra les loisirs que lui laissait sa mise à la retraite comme inspecteur général. La mort ne lui pas a permis de le voir imprimer.

M. Boitel était membre de la Société nationale d'agriculture. Depuis 1864 il appartenait au comité d'agriculture de cette Société d'encouragement à l'industrie nationale dont il avait été boursier à l'Ecole de Grignon. Membre assidu de la Société des agriculteurs de France depuis sa fondation il faisait partie de son conseil. Il n'avait jamais oublié les heureux jours de sa jeunesse qu'il avait passés à l'Ecole de Grignon et il se plaisait à servir de patron aux élèves des bien nombreuses promotions qui avaient passé, après lui, sur les bancs de Grignon. L'association amicale des anciens élèves de Grignon perd

en lui le meilleur et le plus dévoué des présidents. M. Boitel était officier de la Légion d'honneur depuis 1867.

Une importante partie de l'œuvre de M. Boitel est dans les très nombreux rapports qu'il adressait à l'administration qui faisait toujours appel à lui quand il y avait une question difficile à étudier. Mais ces rapports si intéres sants et où se marque si nettement l'esprit lucide et juste en même temps que le caractère conciliant et bienveillant de leur auteur doivent demeurer au ministère de l'agriculture et au ministère de l'intérieur, ils n'étaient pas destinés à la publicité. Je joins seulement à ces lignes la liste des Mémoires et ouvrages de M. Boitel qui ont été publiés par lui de 1848 jusqu'en 1887.

Il conviendra d'y ajouter bientôt sans doute le livre l'*Agrologie française*, dont le manuscrit est achevé et dont l'impression pourra probablement être commencée dès cette année.

OUVRAGES, TRAVAUX ET BROCHURES

DE M. AMÉDÉE BOITEL

1848. — *Le Pin maritime; de sa culture dans les dunes, de la pratique du résinage et de l'industrie des résines*, Mme veuve Bouchard-Huzard, éditeur, 7, rue de l'Éperon, Paris.

1857. — *Mise en valeur des terres pauvres par le pin maritime*, suivi d'une *appendice sur les taupes, les marais des Landes et les vignes de cap Breton*, 2e édition; Victor Masson, éditeur.

1870. — *Rapport au ministère de l'agriculture sur l'École de Grignon*, opuscule.

1852. — *Rapport sur le champ d'expériences de l'Institut agronomique* (*Annales de l'Institut agronomique*).

1852. — *Recueil encyclopédique d'agriculture*, par Boitel et Londet, édité par la librairie d'agriculture et d'horticulture, veuve Bouchard-Huzard, Paris.

1875. — *Culture du cédratier en Corse* (*Annales agronomiques*, t. I, 1875, p. 98-135).

1878. — *Mal'aria de la Corse, rôle des cultures dans l'assainissement des terres insalubres* (*Annales agronomiques*, t. IV, p. 76-83, année 1878).

1877. — *Productions agricoles de la Suisse au concours de Fribourg* (*Annales agronomiques*, t. III, p. 534-647).

1878. — *Etude sur la prairie Goetz* (*Annales agronomiques*, t, IV, p. 349 à 379).

1881. — *Prairie et irrigations des Vosges* (*Annales agronomiques*, t. VII, p. 32 à 73, publié aussi en brochure).

1881. — *Prairies naturelles du bassin de la Saône* (*Annales agronomiques*, t. VII, p. 524 à 550).

1881. — *La sécheresse dans la province d'Oran* (*Annales agronomiques*, t. VII, p. 270-276).

1882. — *Herborisations agricoles en Algérie* (*Annales agronomiques*, t. VIII, p. 44 à 77).

1882. — *Prairies naturelles et Plantes adventices de la Suisse et de l'est de la France* (*Annales agronomiques*, t. VIII, p. 497 à 543, publié aussi en Suisse).

1884. — *Étude sur les prairies naturelles de l'est et du centre de la France*

(publié dans le « Bulletin des séances de la Société nationale d'agriculture de France »).

1885. — *Étude des prairies et des pâturages de la Bretagne* (*Annales agronom.*, t. XI, p. 241-253).

1887. — *Herbages et Prairies naturelles* (1 vol. de 786 pages chez Firmin-Didot et Cie).

Arthur Millot.

Cet été de 1889 aura été particulièrement cruel pour les *Annales agronomiques*. Notre collaborateur M. Boitel, ancien inspecteur de l'enseignement agricole, a succombé à la fin de juillet et aujourd'hui je dois rappeler la courte vie si bien remplie de notre collaborateur et ami : Arthur Millot, professeur de technologie à l'École d'agriculture de Grignon.

Quand, en 1868, il arriva à l'École, jeune, ardent au travail, fin, spirituel, rempli de verve et de courage, je ne me doutais guère, moi de beaucoup son aîné, que je devrais un jour rappeler ici l'importance de ses travaux.

Claude-Arthur Millot est né à Bar-le-Duc, le 31 août 1844, d'une famille appartenant à l'industrie ; il fit ses études dans le collège de cette ville et y lia de solides amitiés qui ne devaient s'éteindre qu'avec sa vie ; c'est-là notamment qu'il devint l'ami de M. Develle, depuis ministre de l'agriculture, dont l'émotion à la triste cérémonie des obsèques avait peine à se contenir.

Millot pensait se vouer à l'industrie, mais il voulut y rentrer la tête haute par la grande porte, aussi passa-t-il par l'École centrale ; il en sortit avec le titre d'ingénieur civil en 1868. Des revers avaient atteint sa famille, il fallut trouver immédiatement un poste rémunéré. Changeant de direction, il pensa à l'enseignement, se présenta à l'École de Grignon pour remplir les fonctions de répétiteur des cours de chimie et de physique, et fut nommé ; c'est à cette époque que se formèrent entre nous des liens d'amitié qui ne devaient se briser qu'au moment de l'éternelle séparation.

Étant obligé de changer de carrière, de se diriger vers l'enseignement au lieu de se livrer aux entreprises industrielles, Millot voulut y conquérir droit de cité et n'hésita pas à se livrer à de sérieuses études pour obtenir le grade de licencié ès sciences physiques.

Puis arriva la funeste année 1870, Millot resté à Paris s'engagea dans un corps où ses connaissances scientifiques pouvaient être utiles à la défense : il se joignit aux ingénieurs électriciens chargés de fouiller l'espace où se dérobait l'ennemi de puissants rayons lumineux et d'assurer les coups de notre artillerie. Avec son entrain habituel il accepta les missions les plus périlleuses, et la fortune voulut qu'il échappât au terrible ouragan de fer qui pendant plusieurs jours balaya le plateau d'Avron.

Le calme rétabli, Millot revint à Grignon. Il n'était pas de ceux qui restent au second rang ; à cette époque l'enseignement de la technologie était confondu avec celui de la chimie, le nombre de leçons consacré à ce double enseignement était insuffisant pour donner à l'exposé des industries agricoles tout le développement nécessaire ; la technologie devint dès 1873 l'objet de conférences

particulières qui furent confiées à Millot; écoutées avec attention, suivies avec fruit, elles méritèrent bientôt de prendre place dans l'enseignement régulier de l'École; en 1876 une chaire nouvelle fut créée et notre collègue en devint le premier titulaire.

Ces nouvelles fonctions n'exigeaient plus la présence continue à Grignon, et Millot pour occuper le temps devenu libre devint ingénieur chimiste de l'importante compagnie des mines de zinc de Malfidano.

Ces nombreuses occupations n'avaient pas éteint chez notre collègue le goût des recherches de laboratoire; il y montra, au contraire, une rare sagacité et une persévérance à toute épreuve.

On sait combien s'est répandu depuis une vingtaine d'années l'emploi agricole des phosphates, on sait également qu'on trouve pour un grand nombre de terres anciennement cultivées grand avantage à répandre comme engrais, non des phosphates minéraux simplement réduits en poudre ou du noir animal, mais le produit désigné sous le nom de superphosphate et préparé en traitant les phosphates naturels par l'acide sulfurique. Le prix de vente des superphosphates est naturellement plus élevé que celui des phosphates naturels, et il l'est d'autant plus, que l'attaque par l'acide sulfurique a été plus complète et que le superphosphate renferme une plus grande quantité d'acide phosphorique soluble dans l'eau.

Or les fabricants étaient très gênés par une réaction fort obscure : l'analyse d'un superphosphate exécutée immédiatement après sa fabrication, ayant donné un certain taux d'acide phosphorique soluble dans l'eau, on trouvait, en recommençant l'analyse quelques mois plus tard, un taux beaucoup plus faible. A quelle cause attribuer cette *rétrogradation*, cette diminution dans la richesse du superphosphate ?

Millot voulut le savoir et y réussit, grâce à un travail qui l'occupa pendant plusieurs années [1]. Il reconnut que cette rétrogradatien est liée à la présence, dans les phosphates naturels employés à la fabrication, du sesquioxyde de fer ou de l'alumine. Il discuta avec soin les méthodes employées pour doser l'acide phosphorique rétrogradé et l'action qu'exercent les additions de carbonate de chaux aux masses restées pâteuses par suite de l'emploi dans la fabrication de fortes quantités d'acide sulfurique.

Plus tard il revint encore sur ce sujet pour préciser les conditions dans lesquelles il faut faire réagir le citrate d'ammoniaque ammoniacal, préconisé par M. Joulie, pour être certain de dissoudre entièrement l'acide phosphorique rétrogradé [2]; dosage d'autant plus important que les recherches exécutées par M. Petermann avaient montré que l'acide phosphorique rétrogradé exerce sur la végétation une action semblable à celle de l'acide phosphorique soluble dans l'eau.

Millot signala en outre, l'un des premiers, l'emploi auquel se prêtent les scories de déphosphoration des fontes [3] en établissant leur composition et en montrant que l'acide phosphorique qui y est contenu s'y trouve partiellement

1. *Ann. agron.*, t. I, p. 488 et t. VI, p. 126.
2. *Ann. agron.*, t. IX, p. 367.
3. *Ann. agron.*, t. VII, p. 147.

à l'état soluble dans les réactifs employés pour prévoir le degré d'utilité que présenteront ces phosphates lorsqu'ils seront introduits dans le sol.

En 1885[1], Millot fit connaître à l'Académie, les résultats d'une expérience remarquable : dans une dissolution d'ammoniaque on dispose comme électrode positive du charbon de cornue, comme électrode négative une lame de platine et on fait passer un fort courant électrique.

Le charbon entraîné par le courant s'unit à l'ammoniaque, la liqueur se colore fortement en noir, donnant des produits ulmiques variés dont il parvint à extraire une quantité d'urée suffisante pour en obtenir une magnifique cristallisation; il caractérisa également dans les produits de cette réaction plusieurs dérivés de la même série et notamment le biuret, l'ammélide et la guanidine.

Ainsi était réalisée la synthèse de l'urée, de cette matière produite habituellement dans l'économie animale par réduction des matières albuminoïdes, que Liebig avait obtenue en partant des cyanures, mais qui n'avait pas été préparée encore en partant du charbon solide.

En oxydant les matières formées dans cette expérience remarquable par l'eau oxygénée, Millot constata dans les produits de cette réaction une quantité notable d'acide cyanurique[2].

Notre collègue était toujours resté en relations étroites avec toutes les questions industrielles qui touchaient à son enseignement ou à ses fonctions; il s'était occupé des procédés de dosage du zinc, de la désinfection des flegmes, et l'an dernier, la société chimique l'avait chargé de faire une conférence sur les perfectionnements apportés à l'industrie du chlore[3], où il put montrer combien lui étaient familières toutes les grandes questions de chimie industrielle.

Pendant son séjour à Grignon, en collaboration avec M. Maquenne, il avait enfin examiné les procédés à employer pour doser l'acide arsénique dans les eaux minérales et proposé une méthode nouvelle fondée sur le titrage de l'arséniate ammoniaco-magnésien par l'azotate d'urane.

En 1884, après la mort prématurée d'un jeune chimiste appelé au plus brillant avenir, d'Henninger, Millot était devenu professeur à l'École de chimie et de physique de la ville de Paris. Il s'était uni à une jeune femme d'une excellente famille des Charentes; à force de travail et de persévérance, il avait su dompter la fortune et tout paraissait lui sourire.

Estimé et aimé partout, il était devenu secrétaire de la Société chimique dont il était un des membres les plus assidus; sa collaboration était recherchée, on le savait d'un esprit juste et sagace, on lui avait reconnu en outre une rare érudition puisée non seulement dans les livres, mais surtout dans la fréquentation des usines et des laboratoires. Sa valeur apparaissait à tous, on lui en avait donné la preuve en l'appelant dans les jurys de l'Exposition; nommé rapporteur de sa classe, il se consacra à ce labeur nouveau avec une ardeur qui n'a peut-être pas été étrangère à sa fin prématurée.

1. *Comptes rendus*, t. CI, p. 432.
2. *Bulletin de la société chimique*, t. XLVIII, p. 238.
3. *Revue scientifique*, t. XV, p. 770.

Il y a un mois, tout paraissait lui sourire : il avait à ses côtés une femme dévouée, une mère heureuse de ses succès; des petits enfants égayaient sa maison ouverte de la façon la plus cordiale aux amitiés qu'il avait su se créer; il avait reçu déjà les palmes académiques, la croix du Mérite agricole, une plus haute récompense lui était promise, il allait jouir de son travail, quand, en un instant, tout s'est brisé.

Déjà fatigué par de longues heures de travail à l'Exposition, il accepta un dîner chez M. Meys, juré belge de sa classe, et c'est pendant ce repas qu'il fut atteint d'une première attaque. On ne put le reconduire chez lui que le lendemain. Les soins qu'on lui avait prodigués l'avaient un peu ranimé; pendant plusieurs jours on put conserver quelque espoir de le voir se rétablir : il reconnaissait ses proches et ses amis, leur parlait, puis, bientôt, une seconde attaque le laissa paralysé de tout un côté du corps, une troisième attaque vint quelques jours plus tard l'abattre tout à fait; à partir de ce moment, il ne restait plus qu'un souffle de vie dans ce corps inerte qui, les yeux fermés, ne paraissait plus rien entendre ni presque rien sentir.

Notre ami est mort le 2 août, il fut accompagné à sa dernière demeure par les élèves de l'École de chimie formant la haie des deux côtés du corbillard, par ses collègues de l'École de Grignon, de l'École de chimie, de la Société chimique, de la compagnie de Malfidano; MM. Schützenberger, Grimaux, Collin, un élève de l'École de chimie, parlèrent sur sa tombe entr'ouverte; moi-même je prononçai aussi quelques paroles; ces harangues n'avaient pas le caractère froid et guindé des cérémonies officielles, tous, nous avions les larmes aux yeux, et la douleur profonde qui se peignait sur tous les visages témoignait plus que de longs discours des qualités morales de l'homme éminent qui venait de disparaître. On l'aimait.

P.-P. Dehérain.

BIBLIOGRAPHIE

Une Mission viticole en Amérique, par M. Pierre Viala, professeur de viticulture à l'École d'agriculture de Montpellier. Montpellier, C. Coulet; Paris, G. Masson, 1889. — M. Pierre Viala a été chargé en 1887 d'aller rechercher aux États-Unis des cépages présentant la double qualité de résister aux atteintes du phylloxera et de végéter dans les terrains marneux ou crayeux comme ceux des Charentes où jusqu'à présent la reconstitution du vignoble n'a pu avoir lieu, aucune des variétés américaines résistantes n'ayant pu s'y développer régulièrement.

Bien que M. Viala soit resté en Amérique pendant six mois, bien qu'il ait parcouru la contrée depuis l'Atlantique jusqu'au Pacifique, il n'a pu naturellement l'explorer d'une façon complète, mais il semble cependant que ses recherches, poussées jusque dans des localités peu explorées jusqu'à présent, aient été couronnées de succès; il a découvert au moins une variété, le *vitis Berlandieri* qui végète dans des terres renfermant une grande quantité de chaux.

Le travail considérable dans lequel M. Viala rend compte de cette rude ex-

ploration comprend plusieurs parties ; dans la première, il décrit les vignes sauvages et les vignes cultivées des États-Unis, dans la seconde les maladies qui sévissent sur les vignes ; dans la troisième, dont il a confié la rédaction à M. Chauzit, professeur départemental du Gard, se trouvent réunies les analyses des nombreux échantillons des sols dans lesquels végètent les diverses variétés.

En liant les analyses chimiques qu'il a exécutées aux déterminations botaniques de M. Viala, M. Chauzit a pu dresser le tableau ci-joint qui présente le plus vif intérêt :

Proportion de carbonate de chaux contenue dans les terrains.	Vignes américaines qui y prospèrent le mieux.
Moins de 10 p. 100..........	La plupart des vignes américaines.
De 10 à 20.................	Riparia, Taylor, Vialla.
De 20 à 30.................	Jacquèz, Rupestris, Solonis.
De 30 à 40.................	Champin, Othello.
De 40 à 50.................	Monticola.
De 50 à 60.................	Vitis Cinerea, vitis Cordifolia.
Plus de 60.................	Vitis Berlandieri.

C'est donc sur le Berlandieri qu'il faut porter son attention pour essayer de reconstituer les sols calcaires comme ceux des Charentes; voici ce qu'en dit M. Viala.

« Quoique cette vigne soit la plus productive de toutes les espèces sauvages des États-Unis par le nombre de ses fruits, francs de goût, il ne faut aucunement compter sur elle comme producteur direct. Réussira-t-elle comme porte-greffe dans les terrains calcaires et argileux (crétacés ou autres analogues des Charentes, de la Champagne, du midi de la France) où toutes les vignes américaines, essayées jusqu'à ce jour en France, ont succombé, soit avant, soit après le greffage ? Doit-on compter sur elle pour la reconstitution dans ces milieux des vignobles détruits par le phylloxera ?

« En se basant sur les faits que j'ai observés aux États-Unis, on pourrait conclure à la réussite certaine du *vitis Berlandieri* greffé dans les terrains calcaires d'Europe. Il serait cependant téméraire de l'affirmer et le plus sage est de ne considérer ces prévisions que comme des espérances que doivent d'abord confirmer de nombreux essais faits dans nos vignobles. Si des expériences variées et précises changent ces espérances en certitudes, alors, mais alors seulement, il sera temps de procéder à de grandes plantations de cette espèce dans les milieux calcaires.

« La question n'est donc pas résolue d'une façon définitive, mais c'est déjà un résultat considérable que de savoir sur quelles variétés doivent porter les efforts. »

Le travail accompli par M. Viala est digne d'éloge, son livre marquera une étape dans la connaissance des nombreuses variétés de vignes américaines qui, après nous avoir causé des dommages qu'il serait difficile de chiffrer nous permettent aujourd'hui de rétablir le vignoble qui pendant tant d'années a fait la fortune de la France. P.-P. D.

REVUE DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Chimie agricole.

Les substances humiques, leur origine, leur propriété, par M. HOPPE SEYLER[1]. — 1. *Sur la formation des matières humiques dans les plantes.* — Lorsque des fragments de plantes morts et humides se décomposent, il se forme, comme on sait, des substances humiques. Il est clair que les substances d'où dérivent ces matières colorantes brunes doivent être très répandues dans les végétaux; l'attention se porte tout d'abord sur le tanin et les hydrates de carbone, et parmi ces derniers, tout particulièrement sur la cellulose. Les tanins en se décomposant pendant l'évaporation de leur solution aqueuse, surtout en présence d'un peu d'acide, fournissent des corps amorphes rouges ou bruns et qu'on appelle les « rouges du tanin ». L'écorce des arbres renferme souvent des corps analogues, les phlobaphènes solubles dans l'alcool, insolubles dans l'eau et dans l'éther.

2. *Produits de la cellulose et de la gomme du bois.* — L'auteur nous a déjà montré que la cellulose ne fournit pas de substances humiques brunes lorsqu'elle fermente à l'abri de l'oxygène avec dégagement de C^2H^4. Elle n'en forme pas davantage en présence de l'oxygène; on obtient au contraire artificiellement les matières brunes en traitant la cellulose par les acides, en la faisant chauffer avec de la potasse caustique en présence de l'oxygène, ou en la chauffant simplement avec de l'eau à 180-200°. La cellulose chauffée avec de l'eau dans un tube scellé donne les corps bruns, de la pyrocatéchine, de l'acide formique, et un peu d'acide protocatéchique, mais les deux corps catéchiques ne prennent naissance que lorsque l'eau attaque le verre et met un peu d'alcali en liberté.

La potasse seule ne donne pas de substances humiques avec la cellulose; si l'on fait agir sur du papier une très forte lessive chauffée à 240°, le papier se dissout en produisant de la mousse, mais sans se colorer, si l'on opère à l'abri de l'air. La solution renferme de l'acide oxalique, de l'acide protocatéchique, de l'acide formique, de l'acide acétique, de petites quantités d'un ou de plusieurs acides volatils plus condensés. Les gaz qui se dégagent sont de l'hydrogène et un peu de gaz des marais.

De la gomme du bois de hêtre ayant été préparée d'après les préceptes de Thomson, et cette gomme ayant fermenté sous l'influence de la vase de rivière, on a obtenu un dégagement d'acide carbonique et de gaz des marais; il ne s'est pas formé de matière brune. Une autre expérience a été faite avec les copeaux d'un pieu de chêne qui avait séjourné sous l'eau pendant des siècles. On en a extrait de la gomme de bois pure, de la cellulose pure et de l'acide lignique. La lignine doit être considérée comme un éther, sans doute de la cellulose et des acides ligniques. Elle est extrêmement stable, mais peut être dédoublée avec une exactitude quantitative presque absolue. Les acides ligniques contribuent beaucoup à la formation des acides humiques dans l'humus, la tourbe et la lignite.

1. *Zeitschr. f. physiol. Chemie*, XIII, 66-121; *Biederm Centralbl.*, XVIII, 149.

3. *Sur la composition et les propriétés des substances humiques.* — A. *Rouges du tanin et phlobaphènes.* — Ces substances peuvent être obtenues par l'action de l'acide chlorhydrique sur le tanin. Il n'y a pas de dédoublement mais simple déshydratation. Elles sont amorphes, fixes, et perdent, lorsqu'on les dessèche au-dessus de 120°, outre l'eau, de l'acide formique et de l'acide carbonique. D'après MM. Rochleder et Hlasiwetz, les phlobaphènes chauffés avec la potasse caustique, donnent de l'acide protocatéchique seul ou en même temps que de la phloroglucine; la formation de ce dernier corps est douteuse; M. Hoppe-Seyler n'a pu l'observer; il a obtenu, avec le phlobaphène du chêne, de l'acide protocatéchique, de l'acide formo-acétique, de l'acide oxalique, un acide brun, amorphe, soluble dans l'alcool, gonflable dans l'eau, insoluble dans l'éther, auquel il a donné le nom d'acide hymatomélanique et enfin un acide rouge, jaunâtre, soluble dans l'éther, cristallisable et fusible.

B. *Préparation et propriétés des substances ulmiques et humiques.* — Les alcalis en présence de l'oxygène brunissent les solutions de dextrose, de lévulose, de sucre de lait, d'acide glycuronique; les acides les brunissent même à l'abri de l'oxygène. On obtient ainsi, comme Mulder l'avait déjà annoncé, deux corps bruns dont l'un est soluble, l'autre insoluble dans les alcalis.

Le pyrogallol et l'acide protocatéchique donnent des matières brunes en présence de l'ammoniaque et de l'air atmosphérique. Comme les précédentes, ces matières colorées, chauffées avec de la potasse caustique, forment de l'acide hymatomélanique soluble dans l'alcool. Il en est de même pour les substances humiques préparées avec des tissus morts et avec le furfurol; mais en revanche l'acide azulmique, préparé avec l'acide cyanhydrique soumis au même traitement, ne donne ni acide protocachétique, ni pyrocatéchine, ni acide hymatomélanique. L'acide azulmique n'est donc pas une substance humique semblable aux autres.

Les acides hymatomélaniques de la tourbe et des lignites ne diffèrent pas de ceux des phlobaphènes et des matières humiques du sucre de canne.

Il faut distinguer trois groupes dans les rouges du tanin et dans les substances humiques, selon leur solubilité dans l'alcool et dans la lessive de potasse. Le premier groupe comprend les substances qui ne se dissolvent ni dans l'alcool ni dans la potasse, mais qui se combinent avec cette dernière pour former des masses mucilagineuses difficiles à laver, qui retiennent avec énergie de la potasse et peuvent se transformer en substances de deux autres groupes lorsqu'on les fait fondre avec la potasse caustique : ce sont les humines et les ulmines de Mulder. Les corps du deuxième groupe se dissolvent complètement dans une solution de potasse, même diluée, et sont précipités de cette solution par les acides. Une partie des rouges du tanin et des acides humiques et ulmiques appartiennent à ce groupe. Le troisième groupe se comporte vis-à-vis de la potasse comme le deuxième, mais la matière précipitée par les acides est soluble dans l'alcool, et prend, après évaporation, la forme d'une peau ridée qui se fige par le refroidissement en une masse fragile et fusible quand on la chauffe de nouveau au bain-marie. Après dessiccation, la masse devient insoluble ou très incomplètement soluble dans l'alcool. Ce sont les phlobaphènes des écorces, une partie des acides humiques et ulmiques, et les acides bruns que l'auteur a appelés acides hymatomélaniques, en lesquels se transforment toutes les subs-

tances des deux premiers groupes lorsqu'on les fait fondre avec la potasse caustique.

On ne peut qu'être très étonné que l'auteur ait négligé dans cette étude de parler de la transformation de la *vasculose*, principe contenu dans les tiges de tous les végétaux, qui très aisément, sons la seule influence des alcalis dilués, donne des produits ulmiques. C'est certainement la vasculose de la paille qui, attaquée par les carbonates alcalins des urines, fournit la matière brune des fumiers, qui a la plus grande analogie avec les matières brunes des sols cultivés. (Voyez *Ann. agron.*, t. XIV, p. 97.) (Note de la rédaction.)

Sur les champignons des mycorhizes, par M. FR. NOACK[1]. — Lors de la découverte des mycorhizes, ces singulières productions radiculaires de nos arbres forestiers qui, distinctes des racines ordinaires par leur forme trapue, coralloïde, résultent d'une symbiose entre les racines de l'arbre et le mycélium d'un champignon, parurent être des champignons de la famille des tubéracées à laquelle appartiennent entre autres les truffes. Et, en effet, M. Reess est parvenu à démontrer la continuité entre les fructifications de l'*Elaphomyces granulatus* et le mycélium d'une mycorhize.

Le sujet intéresse non seulement la science pure, mais semble bien devoir prendre une importance croissante en physiologie et par conséquent dans la pratique.

Il est vrai qu'il ne saurait être question ici d'une assimilation de l'azote libre, mais le sol des forêts, très pauvre en nitrates, sinon totalement privé de ces sels, contient l'azote combiné sous des formes qui constituent une source d'azote inaccessible aux végétaux phanérogamiques. Les champignons au contraire peuvent assimiler cet azote et le transmettre dans les mycorhizes aux racines de l'arbre qui en revanche peuvent offrir au champignon des hydrates de carbone.

M. Noack vient nous prouver maintenant que plusieurs basidiomycètes, appartenant soit aux gastromycètes soit aux hyménomycètes sont aptes à entrer en relation avec les racines des arbres pour former des mycorhizes. Tels sont les *Geaster fimbriatus* et *formicatus* ainsi que des espèces des genres *Agaricus*, *Cortinarius* et *Lactarius*. Les *Geaster* ne prospèrent que dans les forêts de Conifères. Leur mycélium paraît être répandu un peu partout dans le sol, puisque les fructifications se rencontrent isolément aux endroits les plus divers. On ne les trouve par groupes qu'à la lisière des bois et toujours sur les côtés exposés au sud ou à l'ouest.

Lorsqu'une racine de pin ou d'épicéa traverse le mycélium, les jeunes hyphes du champignon ne tardent pas à les envelopper complètement, d'abord assez lâchement, ensuite d'une manière plus intime pour former enfin autour de l'extrémité de la racine une coiffe pseudoparenchymateuse. La racine perd jusqu'à de faibles indications de sa propre coiffe ou pilorhize, désormais inutile, et cesse également de former des poils radicaux. Le champignon l'excite à se ramifier beaucoup plus qu'à l'état normal, d'où cette forme coralloïde, déjà signalée par M. Frank : si on y remarque comme une touffe de poils, ces poils n'appartiennent pas à la racine mais au champignon.

1. *Bot. Zeit.*, 1889, p. 389.

Toute l'enveloppe constituée par ce dernier ne se borne pas à devenir très dense, mais elle s'épaissit également et donne naissance à sa face interne à des filaments qui pénétrant à l'intérieur de la racine s'insinuent entre les cellules corticales qu'ils enlacent jusqu'à une assez grande profondeur, puisque l'enderme seul les arrête. Les cellules ainsi enveloppées par le parasite ne semblent d'ailleurs souffrir en aucune façon et ne présentent rien d'anormal.

Il a malheureusement fallu renoncer à infecter les racines avec les spores des deux *Geaster* parce que ces spores ont jusqu'à présent résisté à tout essai de germination. Il n'a même été possible qu'une seule fois de les infecter avec le mycélium du *Geaster formicatus* récolté en forêt.

L'auteur a trouvé l'*Agaricus Russula* en relation avec les racines du hêtre. De la base de la fructification du champignon partent des filaments qui se dirigent vers les racines et les entourent d'une enveloppe pseudoparenchymateuse de couleur rosée; le pied et le chapeau du champignon présentent la même coloration. L'*Agaricus terreus* produit des mycorhizes sur le pin et sur le hêtre, mais il prend un aspect différent selon la plante nourricière : tandis que la variété du pin a un chapeau fortement pelucheux et gris-brunâtre sur un pied blanc pur, celle du hêtre est lisse, satinée, à chapeau plutôt violacé et à pied légèrement rougeâtre.

Les radicelles s'appliquent étroitement à la base du champignon. Le *Lactarius piperatus* donne des mycorhizes sur le hêtre et sur le chêne pédonculé. Ordinairement le pied très ferme est entouré et traversé à sa base par les racines; des hyphes en forme de poils rigides et à parois épaisses partent de ce pied, rejoignent d'autres filaments clairs ou bruns pour envelopper les extrémités des racines. Le *Cortinarius callisteus* s'attaque aux racines de l'épicéa, le *C. cæruleus* à celles du hêtre, le *C. fulminens* à celles du chêne.

En présence d'un aussi grand nombre d'espèces très diverses, capables de former des mycorhyzes, on pourrait croire que tous nos hyménomycètes et gastéromycètes humicoles jouissent de la même faculté. Il ne semble pas qu'il en soit ainsi, les études faites sur des *Lycoperdon*, *Scleroderma* et *Amanita* n'ayant donné que des résultats négatifs.

VESQUE.

Sur la formation de l'amidon dans les grains de chlorophylle, par M. G. BELLUCCI[1]. — Les expériences ont été faites sur des rameaux de vigne tenant au cep. Les feuilles n'ont pas fait d'amidon dans une atmosphère humide d'azote ou d'hydrogène. Elles en ont développé de très petites quantités dans l'oxygène et dans l'acide carbonique. Dans le premier cas (oxygène) cet amidon correspondait sans doute à l'acide carbonique qui aurait été émis par respiration. Des feuilles très riches en amidon ne s'appauvrissent pas visiblement pendant la nuit dans une atmosphère d'acide carbonique, d'hydrogène ou d'azote, mais l'amidon disparaît totalement pendant la nuit dans l'air atmosphérique et plus rapidement même dans l'oxygène pur.

En dosant l'amidon et la glucose, l'auteur a trouvé que la glucose aussi

1. *Biederm. Centralbl.*, XVIII, 209.

bien que l'amidon augmentent pendant le jour et que cette augmentation est très considérable dans une atmosphère artificielle d'acide carbonique et d'oxygène. La quantité de glucose s'accroît plus vite que celle de l'amidon. Pendant la nuit l'amidon disparaît, quelquefois même totalement, tandis que la quantité de glucose reste invariable; mais il peut se faire aussi que la glucose disparue se trouve compensée par de l'amidon formé.

Quand on opère sur des rameaux coupés, on arrive à des résultats différents: la glucose augmente à mesure que l'amidon diminue et cette augmentation est moindre que la perte en amidon,

Il résulterait de ces expériences que l'étude de la formation de l'amidon dans les grains de chlorophylle ne peut être faite que sur la plante intacte.

Cela est bien sévère; tout dépend évidemment de la direction qu'on veut donner à ses recherches. Il est clair que la glucose provenant de l'amidon autochthone ne peut pas s'écouler d'une feuille coupée. Ce n'est pas autant sous le rapport de l'assimilation et de la métamorphose des principes immédiats que sous celui de la migration de ces principes que la feuille coupée se distingue de celle qui est restée en communication avec la plante entière.

Sur la composition chimique des graines de lupin, par M. V.-G. BAUMERT. — L'auteur, qui s'occupe des alcaloïdes des graines de lupin et des procédés à employer pour enlever à ces graines les principes amers qui les rendent impropres à l'alimentation, groupe en un tableau d'ensemble les découvertes qui ont été faites relativement à la composition chimique de ces graines depuis une trentaine d'années.

A. *Diversité de la composition des graines de lupin d'espèces et de variétés différentes.* L'analyse sommaire telle qu'on l'exécute pour se faire une idée de la valeur nutritive de la matière suffit pour démontrer que les graines de différentes espèces de lupin ont une composition chimique très différente et ces différences ne font que s'accentuer lorsqu'on se donne la peine d'étudier chacune des substances séparément au lieu de les réunir en groupes comme on le fait dans une analyse ordinaire. Il est parfaitement démontré, par exemple, que les lupins jaunes, bleus ou blancs ne contiennent par les mêmes alcaloïdes et que pour chaque espèce ou variété il faudra employer des méthodes particulières pour l'extraction des principes amers.

Le lupin jaune étant actuellement le mieux connu de tous, c'est de lui qu'il s'agit dans les paragraphes qui vont suivre.

B. *Acides des graines du lupin.* L'extrait aqueux est fortement acide; on y a trouvé les acides malique, oxalique et citrique.

C. *Corps gras et analogues.* Les graines renferment en moyenne 5 p. 100 de matières solubles dans l'éther. Le corps dissous est jaune d'or, liquide et ne présente pas de saveur amère. Beyer a trouvé en outre un corps cireux soluble dans l'alcool chaud. Ces deux corps gras renferment du phosphore. Schulze et Barbieri ont découvert dans les graines en germination un corps analogue à la lécithine, azoté ou phosphoré, et de la cholestérine qui cependant fond à 136-137° au lieu de 145°. La cholestérine des racines du lupin est différente de celle des graines.

D. *Hydrates de carbone.* D'après les recherches les plus récentes, il n'y a

ni amidon ni inuline dans les graines de lupin; on y a trouvé en revanche une substance particulière voisine de la dextrine, fortement dextrogyre et donnant un sucre réducteur avec les acides minéraux dilués. Ce corps, isolé récemment par Steiger sous la forme d'une poudre blanche, hygroscopique, soluble dans l'eau, peu soluble dans l'alcool, insoluble dans l'éther, a reçu le nom de galactane et doit être considéré comme une forme β de la galactine que M. Müntz a extraite de la luzerne. Schulze et Steiger y ont découvert encore un autre hydrate de carbone insoluble dans l'eau qui, bouilli avec les acides, se transforme en galactose et a reçu le nom de paragalastine. — Mentionnons enfin la cellulose et la fibre ligneuse.

E. *Albuminoïdes*. Le composant le plus précieux de la graine est une albumine qui consiste principalement en conglutine, à laquelle viennent s'ajouter de petites quantités de légumine et d'albumine végétale. La conglutine et la légumine peuvent être distinguées l'une de l'autre par leur solubilité différente dans les solutions salines. L'azote total des graines du lupin se répartit ainsi : 86.16 p. 100 pour les albuminoïdes, 13.84 p. 100 pour les autres corps azotés.

F. *Alcaloïdes*. Comme il a été dit plus haut, les espèces et les variétés du lupin renferment des alcaloïdes différents, dont les quantités oscillent, d'après Paulus et Hiller, entre 0.04 et 0.81 p. 100. Le lupin jaune en contient de 0.65 à 0.81 p. 100, appartenant à deux espèces chimiques, la lupinine, $C^{21} H^{40} Az^2 O^2$, cristallisable, et la lupidine, $C^8 H^{15} Az$, liquide.

D'après Hagen, le lupin bleu n'en contient jusqu'à présent qu'un seul, la luzanine, $C^{15} H^{25} Az^2 O$.

G. *Autres matières azotées*. Les graines non germées ne renferment qu'un peu d'amides ou d'amides acides; aucun de ces corps n'a pu être isolé. Mais lorsqu'on fait germer les graines, on voit apparaître toute une série de ces corps, l'asparagine, l'acide phényl-amidopropionique, l'acide amido-valérianique, la leucine, la tyrosine, la xanthine, l'hypoxanthine, la lécithine, la peptone et l'arginine ($C^6 H^{14} Az^4 O^2$). On y a également rencontré la choline.

H. *Le glycoside du lupin jaune*. Schulze et Barbieri y ont découvert un nouveau glycoside, la lupinine ($C^{29} H^{32} O^{16}$) qui cristallise en fines aiguilles, se dissout dans les solutions alcalines en communiquant à la liqueur une coloration jaune et se dédouble en présence des acides en lupigénine ($C^{17} H^{12} O^{6}$) et en glucose.

I. *Ictrogène* et *lupinotoxine*. Les poisons bien connus de la lupinose. Ces corps n'apparaissent que dans des conditions particulières. Le poison perd ses propriétés vénéneuses lorsqu'on le chauffe avec de l'eau sous pression; il se dissout plus ou moins facilement dans les solutions alcalines.

Le Gérant : G. MASSON.

MOTTEROZ. — Imprimeries réunies, B, rue Mignon, 2.

EXPÉRIENCES EXÉCUTÉES A ROTHAMSTED

SUR

LA CULTURE DE LA POMME DE TERRE

MAINTENUE PENDANT DOUZE ANNÉES DE SUITE SUR LE MÊME SOL

PAR

M. le Dr J. H. GILBERT. F. R. S.
Membre correspondant de l'Institut de France.

Traduit librement de l'anglais par G. PATUREL
Chimiste de la station agronomique de Grignon.

CONFÉRENCE FAITE AU COLLÈGE ROYAL DE CIRENCESTER

PREMIÈRE PARTIE

CULTURE SANS ENGRAIS ET AVEC DIVERS ENGRAIS ARTIFICIELS

1° Cultures avec engrais salins sans fumier.

Les mélanges d'engrais employés dans ces expériences furent les suivants :

1° Superphosphate de chaux seulement;
2° « Mélange minéral », contenant superphosphate et sels de potasse, de soude et de magnésie;
3° Sels ammoniacaux seulement (96 kil. d'azote à l'hectare);
4° Nitrate de soude seulement (96 kil. d'azote à l'hectare);
5° Sels ammoniacaux et mélange minéral.
6° Nitrate de soude et mélange minéral.

Il est bon d'ajouter que la variété de pommes de terre cultivée pendant les cinq premières années fut la « Rock » et dans la suite la « Champion ».

TABLEAU I. — RÉCOLTES EN TUBERCULES A L'HECTARE. MOYENNE POUR CHAQUE ANNÉE DE 1876 A 1887.

	BONS.	MAUVAIS.	GATÉS.	TOTAL.	PROPORTION de gâtés p. 100.
	Kilog.	Kilog.	Kilog.	Kilog.	Kilog.
Parcelle 1. — Sans engrais......	4.205	627	157	4.989	3.15
Parcelle 2. — Superphosphate de chaux........................	8.160	705	345	9.210	3.66
Parcelle 10. — Mélange minéral.	8.505	611	329	9.445	3.45
Parcelle 5. — Sels ammoniacaux.	4.738	768	235	5.741	4.06
Parcelle 6. — Nitrate de soude...	5.602	659	329	6.590	4.93
Parcelle 7. — Sels ammoniacaux et mélange minéral...........	14.923	910	1.051	16.884	6.26
Parcelle 8. — Nitrate de soude et mélange minéral..............	14.735	800	1.161	16.696	7.00

Ainsi, la récolte moyenne obtenue pendant les douze années d'expérience sur la parcelle n° 1 restée constamment sans engrais, atteignit environ 5,000 kil. de tubercules à l'hectare. Ce chiffre, bien que très faible par rapport aux suivants, représente encore à peu près la production moyenne obtenue dans la culture ordinaire aux États-Unis, et, comme on le verra à la fin de cet article, il est supérieur des deux tiers environ à celle que fournissent la plupart des pays d'Europe.

Avec le superphosphate employé seul, le rendement s'éleva de 5,000 à 9,200 kil. et avec le mélange minéral contenant, outre le superphosphate, des sels de potasse, de soude et de magnésie, la production ne dépassa pas sensiblement celle fournie par le superphosphate seul.

Si l'on considère cet accroissement de production fourni par l'engrais minéral employé seul, on voit que le résultat est identique à celui que l'on obtient dans des cultures d'autres racines qui prennent dans le sol un faible développement ; dans les deux cas, la matière azotée est fournie aux plantes par les réserves qui se trouvent dans la couche superficielle. Les heureux effets des

engrais minéraux, et principalement des phosphates, s'observent le plus souvent sur des récoltes qui se sèment au printemps, et qui, avec une courte période de végétation, n'enfoncent leurs racines qu'à une faible profondeur, et bénéficient très bien des réserves qu'elles rencontrent dans la partie superficielle du sol.

Il est à remarquer que les rendements sont beaucoup plus faibles sous l'influence des engrais azotés seuls qu'avec le mélange minéral. Ce résultat démontre clairement que, dans cette culture continue, la couche du sol dans laquelle les tubercules ont végété, s'est épuisée bien moins en azote qu'en éléments minéraux immédiatement assimilables.

On constate également que les sels ammoniacaux ont fourni des récoltes sensiblement inférieures à celles recueillies sur la parcelle au nitrate de soude. Ce fait est dû vraisemblablement à ce que l'azote, dans le nitrate de soude, se répand plus rapidement dans le sol, et par suite, le tubercule peut étendre bien plus complètement ses racines.

Les deux dernières lignes du tableau démontrent que les sels ammoniacaux et le nitrate de soude, lorsqu'ils sont associés au mélange minéral, fournissent des rendements environ trois fois plus considérables que lorsqu'ils sont employés isolément. Les récoltes obtenues dans ces expériences sont beaucoup plus élevées que celles que fournissent les meilleures contrées de l'Angleterre; elles sont plus de deux fois supérieures à celles obtenues en Irlande pendant ces dernières années. On voit donc nettement quels sont les engrais caractéristiques de la pomme de terre sur un sol comme celui qui nous occupe; les rendements élevés ne peuvent être obtenus, dans une terre épuisée par la culture, que par l'emploi simultané des engrais minéraux et azotés.

Enfin, il est intéressant de constater que la proportion de tubercules gâtés a été beaucoup plus considérable lorsque le sol a reçu des engrais azotés que sur les parcelles restées sans engrais, ou n'ayant reçu que le mélange minéral; nous aurons occasion de revenir sur ce résultat.

2° Culture sans engrais, et avec fumier de ferme.

Dans ces expériences, comme dans les précédentes, la variété cultivée pendant les quatre premières années fut la « Rock » et ensuite la « Champion ».

Nous avons réuni dans le tableau II les résultats obtenus avec le fumier, soit employé seul, soit associé aux divers engrais minéraux.

TABLEAU II. — RÉCOLTES EN TUBERCULES A L'HECTARE.

		BONS	PETITS	GATÉS	TOTAL	PROPORTION de gâtés
Sans engrais, 12 ans (Parcelle 1).						
		Kilog.	Kilog.	Kilog.	Kilog.	pour 100
Moyennes	6 années, 1876-1881	4.754	706	251	5.711	4.27
	6 années, 1882-1887	3.640	533	62	4.235	1.63
	12 années, 1876-1882	4.197	619	156	4.973	3.15
Fumier de ferme, 6 ans. — Sans engrais, 6 ans (Parcelle 2).						
Moyennes	6 années, 1876-1881	11.534	878	721	13.133	5.54
	6 années, 1882-1887	6.769	768	220	7.757	2.88
	12 années, 1876-1887	9.151	823	470	10.445	4.56
Fumier et superphosphate, 7 ans. — Fumier seul, 5 ans (Parcelle 3).						
Moyennes	6 années, 1876-1881	12.161	910	941	14.012	6.73
	6 années, 1882-1887	9.729	674	282	10.685	2.58
	12 années, 1876-1887	10.945	792	611	12.348	4.93
Fumier, superphosphate et nitrate de soude, 6 ans. — Fumier seul, 6 ans. (Parcelle 4)[1].						
Moyennes	6 années, 1876-1881	14.782	831	2243	17.856	12.56
	6 années, 1882-1887	9.164	690	219	10.073	2.21
	12 années, 1876-1887	11.973	760	1231	13.964	8.82

Si nous comparons ces résultats à ceux fournis par les engrais artificiels employés seuls, nous voyons que le fumier de ferme qui, outre une grande quantité de matières minérales, et de matières organiques riches en carbone, a fourni chaque année environ 220 kil. d'azote par hectare, n'a déterminé qu'un rendement bien inférieur à celui des engrais minéraux associés soit au nitrate de soude, soit au sulfate d'ammoniaque, bien que l'apport d'azote n'ait été dans ce cas que de 96 kil. à l'hectare. Ce fait est dû à ce qu'une très faible portion de l'azote du fumier, c'est-à-dire celle qui provient des urines des animaux, est susceptible de se trans-

1. Pendant la septième année 1882, la parcelle reçut du superphosphate, mais pas de nitrate.

former rapidement en un produit assimilable, tandis que la partie constituée par les excréments solides et par les litières reste très longtemps sans effet.

Il faut donc rechercher quels résultats ont fourni les fumures antérieures; nous les trouvons dans la seconde ligne de chacun des petits tableaux.

Nous voyons que, après une fumure de fumier de ferme pendant six années de suite à la dose que nous avons indiquée (environ 220 kil. d'azote à l'hectare), il y a eu, pendant les six années suivantes de culture sans engrais, une diminution de plus d'un tiers dans le rendement. C'est là, pensons-nous, une démonstration frappante du peu d'effet que peuvent produire ces énormes résidus — minéraux aussi bien qu'azotés — que le fumier de ferme laisse dans le sol.

Lorsque l'on a cessé d'appliquer au sol le superphosphate en même temps que le fumier, la récolte a diminué dans une proportion notable. Il est vrai que les dernières années furent beaucoup moins favorables que les précédentes. On peut affirmer cependant d'après cela, que les résidus laissés dans le sol par les superphosphates s'y trouvaient à un état très lentement assimilable.

Enfin, le même résultat s'observe dans le cas du nitrate de soude associé, pendant six années seulement, au fumier de ferme. Ce fait est facilement explicable si l'on considère que le nitrate de soude n'a dû laisser, dans la couche superficielle du sol que peu ou point de résidus.

De même que dans les expériences avec les engrais artificiels, nous voyons la proportion de tubercules gâtés aller en s'accroissant avec l'apport des engrais azotés; le maximum est atteint lorsque l'on applique au sol à la fois le fumier de ferme et le nitrate de soude. Cependant, si l'on compare période par période, on constate que la variété « Rock » a été moins favorable à cet égard que la « Champion ».

Il est à remarquer que, sur aucune des parcelles au fumier, même sur celles où il fut appliqué chaque année, on n'obtint un produit aussi élevé qu'avec le mélange d'engrais minéraux et azotés. Même dans le cas où le nitrate de soude fut ajouté au fumier, le résultat fut encore sensiblement inférieur.

On peut donc affirmer, d'après ces deux séries d'expériences, que, dans une culture épuisante comme celle que nous avons pra-

tiquée, les engrais azotés sont inférieurs comme résultats aux engrais minéraux; mais que pour obtenir des rendements élevés, il est indispensable d'appliquer au sol à la fois les engrais minéraux et les engrais azotés.

Composition des récoltes par hectare et par an.

1° Parcelles à l'engrais artificiel.

Il est intéressant de rechercher maintenant comment les divers engrais ont fait varier les principes les plus importants qui entrent dans la composition des récoltes. Un grand nombre d'analyses ont été exécutées pour répondre à cette question; le tableau III nous fournit de précieux renseignements pour les parcelles ayant reçu les engrais artificiels.

Tableau III. — Composition des tubercules par hectare et par an moyenne de 12 années (1876-87).

	Matière sèche.	Azote.	Cendres.	Potasse.	Acide phosphorique.
Composition par hectare et par an.					
	Kilog.	Kilog.	Kilog.	Kilog.	Kilog.
Sans engrais	1750	20.8	52.3	29.1	7.7
Superphosphate	3084	28.7	123.0	71.1	15.7
Mélange minéral	3129	27.8	131.0	75.4	16.6
Sels ammoniacaux	1880	27.5	55.3	30.2	6.6
Nitrate de soude	2181	32.2	61.7	32.3	7.8
Sels ammoniacaux et mélange minéral	5399	67.3	215.1	123.6	23.5
Nitrate de soude et mélange minéral	5381	71.1	208.6	119.2	24.5
Accroissement par hectare et par an, comparé à la parcelle sans engrais.					
Superphosphate	1334	7.9	70.7	42.0	8.0
Mélange minéral	1379	7.0	78.7	46.3	8.9
Sels ammoniacaux	130	6.7	3.0	1.1	— 1.1
Nitrate de soude	431	11.4	9.4	3.2	0.1
Sels ammoniacaux et mélange minéral	3649	46.5	162.8	94.5	15.8
Nitrate de soude et mélange minéral	3631	50.3	156.3	90.1	16.8
Accroissement pour 100 d'azote de l'engrais.					
Sels ammoniacaux	108	5.6	2.4	0.9	— 0.9
Nitrate de soude	358	9.4	7.8	2.7	0.1
Sels ammoniacaux et mélange minéral	3031	38.6	135.2	78.5	13.1
Nitrate de soude et mélange minéral	3016	41.7	129.8	74.9	13.9

Si nous examinons la première partie de ce tableau, nous constatons que les engrais azotés, employés seuls, n'ont pas fourni un accroissement sensible dans la quantité des divers éléments. Au contraire les engrais minéraux, surtout lorsqu'ils sont appliqués au sol en même temps que le nitrate de soude ou le sulfate d'ammoniaque, produisent sur tous les éléments un effet des plus marqués.

La quantité d'azote contenue dans la récolte produite sans engrais a été, si l'on néglige l'apport dû aux tubercules plantés, de 20k8, c'est-à-dire une quantité beaucoup inférieure à celle d'une récolte de blé ou d'orge dans des circonstances semblables. D'autre part, on constate qu'une fumure de 96 kil. d'azote, donnée au sol avec les sels ammoniacaux employés isolément, n'a déterminé dans les récoltes qu'un excédent d'azote inférieur à 10 kil. L'incapacité dans laquelle se trouve la plante de se saisir de la matière azotée, dans un sol où les éléments minéraux font défaut, se trouve donc ici démontrée d'une façon évidente, puisque les quantités d'azote prélevées, lorsqu'on a employé le mélange des deux engrais, ont été considérables. Ces mêmes remarques s'appliquent aux quantités des matières minérales assimilées dans l'un et l'autre cas.

Ces quantités d'azote prises par les pommes de terre dans nos expériences, sont très inférieures à celles que des récoltes de betteraves ont prélevées dans des circonstances identiques. Ainsi la proportion d'azote p. 100 introduit, prise par une récolte de betteraves a été de 52.3, lorsqu'on a adjoint l'engrais minéral aux sels ammoniacaux, tandis qu'elle est seulement de 38.6 avec les pommes de terre; quand le nitrate de soude a été substitué au sel ammoniacal, la différence a été encore plus accentuée, 59.9 pour les betteraves, et 41.7 pour les pommes de terre. Cette proportion, dans les expériences actuelles, est comparable à celle prélevée par le blé, mais elle est inférieure à celle prise par une orge semée au printemps.

Si l'on examine les chiffres contenus dans les deux dernières colonnes, on voit que l'accroissement le plus considérable a été dans la potasse et que l'acide phosphorique ne s'est accru que dans des proportions beaucoup moindres. Il est curieux de constater que la parcelle à l'engrais minéral a fourni dans la récolte une quantité de potasse à peine supérieure à celle qui a reçu le superphosphate seulement, bien qu'elle ait reçu annuellement environ 200 kil. de cet élément. On sait que l'un des principaux effets du superphos-

phate, appliqué sur les récoltes de printemps, est d'accroître dans une grande mesure le développement des racines dans la couche superficielle du sol. Il est certain cependant que, dans cette expérience, la pomme de terre n'a pu se saisir des quantités énormes de potasse accumulées dans la partie superficielle du terrain.

Ici encore, c'est sous l'influence du mélange des deux engrais que les plus grandes proportions de potasse ont été assimilées. Dans ces circonstances, la moitié environ des 200 kil. de potasse fournis annuellement se retrouvent dans l'accroissement de récolte (94k5 dans un cas, et 90k1 dans l'autre).

On connaît encore assez peu aujourd'hui la fonction spéciale de chacun des éléments minéraux dans la végétation. Il est néanmoins nettement établi que la présence de la potasse est indispensable à la formation des principales matières non azotées, amidon et sucre[1]. Les résultats des expériences de Rothamsted démontrent que la proportion de potasse dans les cendres du blé est d'autant plus élevée que le grain est plus mûr, c'est-à-dire qu'il contient plus d'amidon. Dans la culture de la pomme de terre nous trouvons la proportion de potasse la plus considérable dans les plus fortes récoltes, c'est-à-dire celles où il s'est formé la plus forte quantité de fécule.

L'accumulation de l'acide phosphorique au contraire se relie plus étroitement à l'assimilation de l'azote. Les quantités de cette matière sont, comme nous l'avons vu, beaucoup plus faibles que les quantités de potasse, et les différences, pour les divers engrais, ont une relation certaine avec celles qui existent dans les quantités de matières azotées.

2° Expériences avec le fumier de ferme.

Le tableau IV donne les résultats obtenus pendant les deux périodes de six années, ainsi que les différences entre ces deux séries d'expériences.

1. Voyez *Ann. agronom.*, t. I, p. 172. — Le mémoire de MM. Nobbe Erdmann et Schrœder. (Note du trad.)

TABLEAU IV. — COMPOSITION DES TUBERCULES PAR HECTARE ET PAR AN
12 ANNÉES. 1876-77.

		MATIÈRE sèche.	AZOTE	CENDRES	POTASSE	ACIDE phosphorique.
Composition par hectare et par an.						
		kilog.	kilog.	kilog.	kilog.	kilog.
Sans engrais.............	6 années. 1876-81.	1554	16.9	49.9	27.7	7.26
	6 années. 1882-87.	1186	15.2	33.4	18.4	4.84
	Différence......	368	1.7	16.5	9.3	2.42
Fumier de ferme.........	6 années. 1876-81.	3324	31.0	128.8	73.9	16.28
Sans engrais.............	6 années. 1882-87.	2138	26.7	64.6	37.1	8.14
	Différence......	1186	4.3	64.2	36.8	8.14
Fumier et superphosphate.	6 années. 1876-81.	3506	31.9	143.0	82.1	17.05
Fumier seul.............	6 années. 1882-87.	2763	36.9	100.7	57.8	11.99
	Différence......	743	+5.0	42.3	34.3	5.06
Fumier, superph. et nitrate	6 années. 1876-81.	4274	53.5	162.8	92.0	19.69
Fumier seul.............	6 années. 1882-87.	2559	36.7	92.9	52.4	11.22
	Différence......	1715	16.8	69.9	39.6	8.47
Accroissement par hectare et par an, comparé à la parcelle sans engrais.						
Fumier..................	6 années. 1876-81.	1770	14.1	78.9	46.2	9.02
Fumier (résidus)..........	6 années. 1882-87.	952	11.5	31.2	18.7	3.30
	Différence......	818	2.6	47.7	27.5	5.72
Fumier et superphosphate.	6 années. 1876-81.	1952	15.0	93.1	54.4	9.79
Fumier et résidus........	6 années. 1882-87.	1577	21.7	67.3	39.4	7.15
	Différence.....	375	+6.7	25.8	15.0	2.64
Fumier, superph. et nitrate	6 années. 1876-81.	2720	36.6	112.9	64.3	12.43
Fumier et résidus........	6 années. 1882-87.	1373	21.5	59.5	34.0	6.38
	Différence.....	1347	15.1	53.4	30.3	6.05

On voit tout d'abord, d'après ce tableau, que, sur la parcelle sans engrais, la récolte a enlevé au sol une quantité beaucoup moins forte de chacun des éléments, pendant la seconde période que pendant la première. Cette différence est due à l'épuisement du sol, et aussi à la différence des saisons. Au reste, sur chacune des par-

celles fumées, on observe (sauf dans un seul cas pour l'azote) exactement le même résultat; et l'on ne doit pas s'en étonner puisque toutes les parcelles ne reçurent pendant cette seconde période qu'une faible quantité, ou même pas du tout des engrais distribués pendant la première.

On se souvient que, d'après nos calculs, la quantité de fumier répandue à l'hectare, renfermait environ 220 kil. d'azote, et en outre une énorme quantité d'éléments minéraux. Et cependant, dans aucune des expériences, l'accroissement dans la matière sèche récoltée sur un hectare n'atteignit celui qui fut fourni par le mélange artificiel d'engrais minéraux et azotés, bien que, dans ce dernier cas, l'apport d'azote ne fût que de 96 kil. à l'hectare.

Nous avons vu que les engrais azotés artificiels ont fourni des accroissements de récoltes tels que 40 p. 100 environ de leur azote étaient assimilés. Ce résultat est loin d'être obtenu dans le cas du fumier de ferme. Nous avons calculé en effet qu'une proportion de 6.4 à 6.8 p. 100 de l'azote de l'engrais se retrouvait dans l'accroissement de récolte; dans le cas où le sol reçut le fumier pendant douze années consécutives, la proportion ne dépassa pas 8.3 p. 100.

Si nous établissons maintenant, comme nous l'avons fait plus haut, une comparaison entre la pomme de terre et les autres cultures, au point de vue de la proportion d'azote qu'elles peuvent prendre au fumier, nous trouvons que la pomme de terre est, à beaucoup près, la plante qui utilise le moins bien l'azote qui lui est offert. Et cependant, le sol reçoit le plus souvent une certaine dose de fumier pour une culture de pommes de terre, et cette dose est parfois plus considérable que pour toute autre récolte. Il est probable que, en outre de l'apport considérable qu'il fait de tous les éléments utiles, les effets bienfaisants de fumier sont dus à l'action mécanique qu'il exerce sur le sol. Il augmente en effet d'une façon sensible sa porosité et facilite l'accès de l'air jusqu'aux racines superficielles, et l'on sait que c'est surtout de celles-ci que dépend l'abondance de la récolte. Enfin, il produit peut-être également une élévation de température à la surface du sol, par suite de la décomposition de l'énorme quantité de matières organiques qu'il y apporte, et peut-être aussi, l'acide carbonique produit par cette action sert-il en même temps que les organismes inférieurs à solubiliser les ressources minérales du sol.

Influence de la saison et de l'engrais sur la composition des tubercules.

1° Expériences exécutées avec les engrais artificiels.

Nous avons réuni dans le tableau ci-après les résultats obtenus sur ce sujet pendant les douze années d'expérience ; les chiffres ont été calculés pour une période de quatre années.

Si nous considérons ces résultats, nous sommes frappés de ce fait que, dans toutes les expériences, les tubercules ont une densité beaucoup plus forte pendant la seconde et la troisième période, que pendant la première. Ce fait est dû à deux causes : d'abord, la variété cultivée n'a pas été la même pendant la première période et pendant la seconde et la troisième ; de plus, les dernières années ont été en général plus humides, et par suite plus favorables à une végétation luxuriante.

Dans les pays où l'on cultive principalement la pomme de terre en vue de la féculerie ou de la distillerie, la densité a une importance considérable. Plus le poids spécifique est élevé, plus est forte la proportion de matière sèche et par suite la teneur en fécule. On a même construit des tables qui indiquent la proportion de matière sèche et de fécule d'après le poids spécifique. Le tableau que nous avons donné montre que les résultats les plus avantageux dans ce sens ont été obtenus pendant les dernières années.

Un autre point qui indique une maturité complète, est la proportion faible de matières minérales que renferment les tubercules. Le tableau montre que, dans toutes les expériences, cette proportion est beaucoup moins élevée pendant la seconde et la troisième période, si l'on envisage la quantité de matière sèche, et que ce fait se vérifie également dans presque tous les cas pour la proportion de tubercules normaux.

Il serait inexact de penser qu'une proportion relativement faible de matières minérales dans la matière sèche d'une récolte, comme par exemple le blé, indique nécessairement que les plantes n'ont pas trouvé dans le sol une quantité suffisante d'éléments minéraux. Il faut en conclure simplement que les principes organiques s'y sont formés en proportion plus considérable que les

TABLEAU V. — COMPOSITION MOYENNE DES « BONS » TUBERCULES
12 ANNÉES 1876-1887

		POIDS SPÉCIFIQUE des tubercules.	POUR 100 de TUBERCULES FRAIS.			POUR 100 de MATIÈRE SÈCHE	
			MATIÈRE sèche.	MATIÈRE minérale.	AZOTE.	MATIÈRE minérale.	AZOTE.
Sans engrais. — Parcelle 1.							
			p. 100	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100
Moyennes.	4 années. 1876-79..	1.107	26.8	0.92	0.260	3.48	0.979
	4 années. 1880-83..	1.125	29.3	0.81	0.345	2.77	1.176
	4 années. 1881-87..	1.122	28.2	0.79	0.397	2.82	1.409
	12 années. 1876-87..	1.118	23.1	0.84	0.334	3.02	1.188
Superphosphate de chaux. — Parcelle 9.							
Moyennes.	4 années. 1876-79..	1.102	24.4	1.13	0.197	4.64	0.805
	4 années. 1880-83..	1.122	28.2	1.06	0.226	3.76	0.806
	4 années. 1884-87..	1.121	27.3	1.02	0.325	3.67	1.165
	12 années. 1876-87..	1.115	26.8	1.07	0.249	4.02	0.925
Mélange minéral. — Parcelle 10.							
Moyennes.	4 années. 1876-79..	1.102	24.2	1.15	0.189	4.74	0.782
	4 années. 1880-83..	1.121	28.0	1.09	0.222	3.89	0.794
	4 années. 1884-87..	1.118	27.3	1.09	0.297	4.00	1.090
	12 années. 1876-87..	1.114	26.5	1.11	0.236	4.21	0.088
Sels ammoniacaux (azote = 96 k.). — Parcelle 5.							
Moyennes.	4 années. 1876-79..	1.099	23.4	0.75	0.298	3.23	1.280
	4 années. 1880-83..	1.116	27.8	0.80	0.386	2.89	1.390
	4 années. 1884-87..	1.114	27.3	0.76	0.468	2.77	1.717
	12 années. 1876-87..	1.110	26.2	0.77	0.384	2.96	1.462
Nitrate de soude (azote = 96 k.). — Parcelle 6.							
Moyennes.	4 années. 1876-79..	1.104	24.6	0.74	0.314	3.03	1.282
	4 années. 1880-83..	1.117	27.9	0.78	0.399	2.81	1.431
	4 années. 1884-87..	1.115	27.2	0.73	0.463	2.70	1.707
	12 années. 1876-87..	1.112	26.5	0.75	0.392	2.84	1.473
Sels ammoniacaux (azote = 96 k.) et mélange minéral. — Parcelle 7.							
Moyennes.	4 années. 1876-79..	1.097	24.6	1.06	0.250	4.44	1.054
	4 années. 1880-83..	1.110	26.6	0.99	0.305	3.72	1.149
	4 années. 1884-87..	1.107	26.2	1.01	0.401	3.85	1.535
	12 années. 1876-87..	1.104	25.6	1.02	0.319	4.00	1.246
Nitrate de soude (azote = 96 k.) et mélange minéral. — Parcelle 8.							
Moyennes.	4 années. 1876-79..	1.100	24.4	1.06	0.265	4.37	1.096
	4 années. 1880-83..	1.115	26.6	0.97	0.339	3.70	1.273
	4 années. 1884-87..	1.110	26.3	0.95	0.419	3.62	1.602
	12 années. 1876-87..	1.108	25.8	1.00	0.341	3.90	1.324

matières minérales n'ont été assimilées, en d'autres termes que la maturation y a été plus complète.

Ainsi les résultats qui se rapportent au poids spécifique et à la proportion de matière sèche et de matière minérale, coïncident parfaitement bien avec les caractères que présente le tubercule aux différentes époques.

Il n'en est plus de même si l'on examine ce qui se passe pour la matière azotée. Dans toutes les expériences, la proportion d'azote est beaucoup plus considérable dans les tubercules frais, et aussi dans la matière sèche des tubercules, pendant les deux dernières périodes, et surtout pendant la troisième.

Si l'on veut se rendre compte de l'influence exercée par les divers engrais sur la formation des principes que nous avons indiqués dans le tableau, il suffit d'examiner les chiffres qui indiquent les résultats moyens pour les douze années dans chacune des parcelles. Nous voyons d'abord que c'est dans des cultures sans engrais et avec des engrais minéraux seuls que l'on obtient la plus forte densité, et la proportion la plus élevée de matière sèche. Les résultats sont moins favorables par l'emploi des engrais azotés seuls, et surtout lorsqu'on leur adjoint des engrais minéraux, c'est-à-dire lorsqu'on provoque la végétation la plus luxuriante.

En résumé, on obtient sans engrais une proportion relativement faible de matière minérale, et une proportion moyenne de matière azotée. Avec des engrais minéraux seuls, la proportion de matière minérale est la plus considérable, et celle de matière azotée est la plus faible. Avec des engrais azotés seuls, on obtient un résultat juste inverse, c'est-à-dire la proportion la plus faible de matière minérale, et la plus élevée de matière azotée. Ce n'est qu'avec le mélange des deux engrais que l'on arrive, dans les tubercules, à une proportion moyenne de ces deux éléments.

2° Expériences exécutées sur le fumier.

Comme dans le cas précédent, nous avons résumé dans le tableau qui va suivre les résultats auxquels nous avons été conduits pendant les douze années de recherches.

TABLEAU VI. — COMPOSITION MOYENNE DES « BONS » TUBERCULES
12 ANNÉES 1876-1887.

	POIDS SPÉCIFIQUE des tubercules.	POUR 100 de TUBERCULES FRAIS.			POUR 100 de MATIÈRE SÈCHE	
		MATIÈRE sèche.	MATIÈRE minérale.	AZOTE.	MATIÈRE minérale.	AZOTE.
Sans engrais, 12 années. — Parcelle 1.						
		p. 100	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100
Moyennes. 6 années. 1876-81..	1.112	27.74	0.89	0.302	3.23	1.09
Moyennes. 6 années. 1882-87..	1.123	28.44	0.80	0.366	2.81	1.29
Moyennes. 12 années. 1876-77..	1.118	28.09	0.84	0.334	3.02	1.19
Fumier, 6 années. Sans engrais, 6 années. — Parcelle 2.						
Moyennes. 6 années. 1876-81..	1.106	25 78	1.00	0.341	3.91	0.93
Moyennes. 6 années. 1882-87..	1.124	28.45	0.86	0.255	3.03	1.25
Moyennes. 12 années. 1876-87..	1 115	27 11	0.93	0.298	3.47	1.09
Fumier et superphosphate, 7 années. Fumier seul, 5 années. — Parcelle 3.						
Moyennes. 6 années. 1876-81..	1.103	25.50	1.04	0.232	4.08	0.91
Moyennes. 6 années. 1882-87..	1.112	26.36	0.96	0.353	3.66	1.35
Moyennes. 12 années. 1876-87..	1.108	25.94	1.00	0.292	3.87	1.13
Fumier, superphosphate et nitrate de soude, 6 années. Fumier seul, 6 années. — Parcelle 4 (1).						
Moyennes. 6 années. 1876-81..	1.098	24.34	0.93	0.306	3.83	1.26
Moyennes. 6 années. 1882-87..	1.110	25.89	0.94	0.372	3.64	1.44
Moyennes. 12 années. 1876-87..	1.104	25.11	0.93	0.339	3.73	1.35

Nous voyons immédiatement que, dans toutes les parcelles, le poids spécifique des tubercules, la proportion de matière sèche, et la proportion de matière minérale dans la substance sèche, ont été plus considérables pendant la seconde série que pendant la première. Ces trois conditions sont l'indice d'une maturation plus complète pendant les dernières années.

1. Le superphosphate, mais non le nitrate, fut appliqué pendant la septième année, 1882.

D'autre part, la proportion d'azote est, dans tous les cas, plus élevée pendant la seconde période que pendant la première. Il est bon de rappeler que c'est également pendant les six dernières années que les récoltes ont été les moins abondantes, par suite de la pénurie d'engrais et aussi par suite du caractère des dernières saisons, plus favorables à la maturation qu'à l'abondance des tubercules. Et cette proportion élevée d'azote pendant la seconde période est bien due à une accumulation moins considérable de fécule, et non pas à une augmentation totale de matière azotée, puisque nous avons montré que, dans deux cas sur trois, il y a eu au total moins d'azote prélevé par hectare pendant la seconde période que pendant la première.

Si l'on considère seulement les résultats moyens obtenus pendant les douze années sur chaque parcelle, on s'aperçoit que les proportions de matière minérale aussi bien que celles de matière azotée, s'accroissent en même temps que les apports comme engrais de ces deux éléments. Ce fait est surtout sensible, pour ce qui concerne l'azote, dans la récolte de la parcelle qui a reçu du nitrate de soude pendant les six premières années.

Nous allons rechercher maintenant, dans la seconde partie de ce mémoire, l'influence des engrais sur l'accumulation de la fécule, ainsi que les conditions climatériques les plus favorables au développement de cette substance dans la pomme de terre.

DEUXIÈME PARTIE

ACCROISSEMENT DANS LA TENEUR EN FÉCULE DES POMMES DE TERRE SOUS L'INFLUENCE DES ENGRAIS AZOTÉS

Si l'on se reporte aux chiffres qui indiquent la composition moyenne des tubercules dans les différentes conditions, on constate que les 85 centièmes environ de la matière sèche y existent à l'état de composés insolubles. Il convient de rechercher maintenant quelles sont ces matières; nous avons indiqué sommairement qu'elles consistent surtout en un principe non azoté : la fécule, et que la proportion de cette substance existant dans un tubercule donné peut être évaluée approximativement d'après son poids spécifique, ou d'après la quantité de matière sèche qu'il renferme.

Nous avons avancé également que les engrais azotés avaient pour effet d'accroître, dans de notables proportions, la quantité de fécule produite sur un hectare. On peut s'en rendre compte en examinant le tableau suivant.

TABLEAU VII. — MOYENNE DE 10 ANNÉES 1876-1885.

	Poids spécifique des tubercules	Matière sèche		Fécule.						
		Pour 100 de tubercules	Par hectare	Calculé pour 100 de tubercules	Par hectare			Pour 1 d'azote de l'engrais.		
					Dans le produit.	Accroissement comparé à la parcelle sans engrais.	Accroissement comparé au mélange minéral.	Accroissement comparé à la parcelle sans engrais.	Accroissement comparé au mélange minéral.
			Kil.		Kil.	Kil.	Kil.	Kil.	Kil.
Sans engrais.............	1.116	28.0	1488	23.2	1298				
Mélange minéral.........	1.113	26.2	2622	21.9	2186				
Sels ammoniacaux........	1.108	25.8	1560	21.4	1235	54		0.6	
Nitrate de soude.........	1.111	26.2	1813	21.7	1498	266		2.8	
Mélange minéral et sels ammon..	1.103	25.3	4533	21.1	3789	2547	1592	26.9	16.8
Mél. minéral et nitrate de soude..	1.107	25.5	4475	21.2	3704	2472	1518	26.1	16.1

Comme on l'a montré précédemment, nous voyons d'après ce tableau que la densité des tubercules se relie assez étroitement à la proportion de matière sèche qu'ils renferment. La quantité de matière sèche produite sur un hectare s'accroît dans une grande mesure par l'emploi des engrais minéraux, surtout lorsqu'on leur adjoint les sels ammoniacaux ou le nitrate de soude. La même remarque peut être appliquée à la production de la fécule. Les engrais azotés employés seuls n'ont produit qu'un accroissement très faible, 54 kil., pour les sels ammoniacaux, et 266 kil. pour le nitrate de soude; mais lorsqu'on leur adjoint le mélange minéral, l'augmentation a atteint environ 2,500 kil. par hectare. Il faut remarquer cependant que les sels ammoniacaux ont exercé dans ce cas une influence des plus marquées; si l'on compare en effet les rendements en fécule produits par le mélange de deux engrais, et ceux produits par le mélange minéral seulement, on constate que les deux tiers

environ de l'accroissement total, 2,500 kil., sont dus aux sels ammoniacaux. Ceux-ci ont donné une augmentation dépassant 1,500 kil. de fécule par hectare, sur la parcelle cultivée au mélange minéral.

Dans les deux dernières colonnes se trouvent les accroissements de fécule obtenus pour 1 d'azote de l'engrais. On voit que les engrais azotés accroissent considérablement la production dans la pomme de terre d'un principe non azoté, la fécule. Le même fait existe pour l'accroissement dans la proportion de sucre des betteraves. Il y a cependant, dans des conditions de fumure identiques, une production différente de ces deux principes pour les pommes de terre et pour les betteraves. Il résulte en effet d'expériences faites à Rothamsted que, si l'on compare les produits du mélange minéral seul, ou additionné d'engrais azoté, 1 d'azote des sels ammoniacaux ont fourni 19 de sucre dans les betteraves, et 16.8 de fécule dans la pomme de terre. Pour le nitrate de soude, la différence est encore plus accentuée : 22.1 de sucre dans les betteraves, et 16.1 de fécule dans la pomme de terre.

En résumé, il est bien acquis que si les éléments minéraux se trouvent dans un sol en quantité suffisante, les engrais azotés y exerceront une grande influence aussi bien sur la production du sucre que sur celle de la fécule. On peut même appliquer la même observation à une récolte de céréales ; l'effet le plus marqué des engrais azotés sur une telle culture est l'accroissement de l'amidon dans le grain et de cellulose dans la paille. Nous sommes donc conduits à cette conclusion que nos engrais azotés sont employés habituellement à produire des substances non azotées : amidon, sucre, cellulose.

1° Conditions de saisons et d'engrais qui favorisent la pourriture.

Le fait si connu que la saison exerce une influence énorme sur la proportion de tubercules gâtés se trouve nettement confirmé dans les expériences présentes. On a vu que, dans toutes les parcelles ayant reçu ou non des engrais artificiels, la proportion a été beaucoup plus considérable pendant les premières années qui ont été généralement humides, que dans la seconde période où la maturation s'est faite dans de meilleures conditions. Il faut rappeler de suite que la variété a été différente dans les deux cas. Il est intéressant de noter que la proportion de tubercules gâtés a été la plus faible dans les dernières années de culture continue, c'est-à-dire dans des conditions défavorables à l'abondance de la récolte.

Si l'on s'en tient seulement à l'influence des engrais, on constate que l'abondance des engrais azotés a déterminé la pourriture d'une grande quantité de tubercules, en même temps qu'elle accroissait la récolte. Au contraire, sur la parcelle sans engrais, la proportion de tubercules gâtés a été sans cesse en diminuant.

L'action des saisons humides, indépendamment des autres conditions qui favorisent la diffusion des spores, paraît-être en relation directe avec la proportion plus ou moins forte de jus que contiennent les tubercules; et le fait que la pourriture est moins forte dans de maigres récoltes mûrissant de bonne heure, peut signifier simplement que, dans ces circonstances, le jus ne contient qu'une petite quantité de matières dont le champignon puisse se nourrir. Jusqu'à un certain point, c'est dans le cas où le jus est relativement riche en substances minérales et azotées, que la maladie se développe avec le plus d'intensité. Il reste à savoir cependant si les tubercules à faible développement et à maturation hâtive auraient été attaqués dans une grande mesure, si les conditions météorologiques avaient été défavorables pendant la première partie de leur croissance, et si, les tubercules les plus forts auraient mieux résisté dans des saisons meilleures. Quoi qu'il en soit, il reste acquis que, lorsque la saison est contraire, les tubercules qui souffrent davantage sont ceux dont le jus est le plus riche, et qui présentent la moins grande constance de composition.

2° Altérations chimiques produites par la pourriture, dans la composition des tubercules.

Cette question n'a pu être étudiée que dans quelques cas spéciaux et assez restreints; mais les résultats obtenus sont cependant d'une netteté parfaite, et présentent un très grand intérêt.

On a déterminé, pour chacune des parcelles en expériences, et pendant trois années de suite, les proportions de matière sèche, de matière minérale, et de cendres, contenues dans des tubercules « bons », c'est-à-dire ayant parfaitement mûri, dans d'autres « petits », c'est-à-dire incomplètement développés, et enfin dans les tubercules gâtés. Le sucre a été également dosé au saccharimètre dans les « bons » et les « petits » tubercules.

Nous avons réuni ces résultats dans le tableau VIII, en indiquant seulement, pour les années 1877 et 1878, la moyenne des résultats obtenus.

TABLEAU VIII.

	POUR 100 DE TUBERCULES.									POUR 100 DE JUS.	
	MATIÈRE SÈCHE.			MATIÈRE MINÉRALE dans le produit sec.			AZOTE dans le produit sec.			SUCRE au saccharimètre.	
	BONS.	PETITS.	GATÉS.	BONS.	PETITS.	GATÉS.	BONS.	PETITS.	GATÉS.	BONS	PETITS
Première année. 1876.											
	p. c.	p. c.	p. c.	p. c.	p. c.	p. c.	p. c.	p. c.	p. c.	p. c.	p. c.
Sans engrais	23.87	23.65	20.22	3.53	3.49	4.27	1.12	1.13	1.26	0.60	0.76
Superphosphate	23.50	22.85	18.42	4.72	4.86	5.73	0.84	0.96	1.62	0.43	0.57
Mélange minéral*	22.89	21.28	20.73	4.64	4.94	5.21	0.74	0.96	0.98	0.43	0.59
Sels ammoniacaux	22.10	22.29	18.62	3.67	3.70	5.24	1.50	1.49	1.85	0.48	0.55
Nitrate de soude	22.00	21.49	19.00	3.59	3.84	4.48	1.48	1.51	1.78	0.46	0.60
Sels amoniacaux et mélange minéral.	20.87	19.49	18.02	4.71	5.01	5.86	1.27	1.50	1.80	0.52	0.57
Nitrate de soude et mélange minéral.	21.89	20.47	19.36	4.46	4.76	5.39	1.33	1.57	1.59	0.48	0.58
Fumier de ferme	23.42	22.01	20.78	4.11	4.20	4.64	0.95	1.02	1.11	0.57	0.69
Fumier de ferme et superphosphate.	23.45	22.32	20.46	4.27	4.56	5.01	0.81	1.01	1.11	0.58	0.62
Fumier, superph. et nitrate de soude.	21.23	20.64	17.91	3.92	4.12	5.24	1.39	1.49	1.72	0.40	0.53
Moyenne	22.52	21.65	19.35	4.16	4.35	5.11	1.14	1.26	1.48	0.50	0.61
Deuxième année. 1877.											
Moyenne	26.95	25.15	22.63	3.88	4.16	4.88	0.95	»	»	0.39	0.63
Troisième année. 1878.											
Moyenne	24.80	22.74	20.02	4.06	4.71	5.39	0.96	»	»	1.41	1.51

* Superphosphate et sulfates de potasse, de soude et de magnésie.

Si l'on considère les quantités de matière sèche qui sont indiquées pour chaque parcelle, on s'aperçoit que, dans toutes les expériences, sauf une, la proportion fut légèrement plus faible dans les tubercules peu développés, que dans ceux portant la désignation de « bons ». On constate, en outre, que partout, la proportion de matière sèche fut beaucoup moins élevée dans les tubercules gâtés, que dans les deux autres catégories. Ce résultat peut tenir à deux causes : soit accumulation de l'eau, soit perte réelle de matière sèche.

Pour les quantités de matière minérale contenues dans les différents tubercules, les chiffres sont d'un ordre tout opposé à celui que nous venons de constater; la proportion est plus faible dans les « bons » tubercules que dans les « petits ». Mais, le point le plus intéressant est que, chaque année, et dans toutes les circonstances, la proportion de matière minérale est de beaucoup la plus forte dans la substance sèche des tubercules gâtés.

Comme la matière minérale est fixe, et non susceptible d'augmenter ou de diminuer, il est certain que son accroissement dans la proportion de la substance sèche, indique d'une façon évidente qu'il s'est fait, dans les tubercules gâtés, une perte sensible de matière organique.

Cherchons maintenant si cette perte de principes organiques porte principalement sur des composés azotés ou non azotés. On peut s'en rendre compte en examinant les colonnes qui indiquent les quantités d'azote contenues dans les différents tubercules. Dans toutes les circonstances, il existe une proportion d'azote notablement plus forte, dans la matière sèche des pommes de terre gâtées, que dans celle des tubercules sains. Il s'ensuit que c'est surtout, sinon exclusivement des composés non azotés qui ont disparu, et que le rapport entre les composés azotés et ceux non azotés s'est élevé par suite de cette déperdition.

Avant de quitter ce tableau, il n'est pas sans intérêt d'examiner les résultats moyens obtenus pendant les trois années sur lesquelles ont porté les déterminations. On pourra se rendre compte que, malgré des différences très marquées dans les quantités de tubercules, aussi bien que dans les conditions climatériques, les nombres sont, pour chacune des données, constamment dans le même sens.

En résumé, il est certain que le premier résultat de la pourri-

ture est une diminution dans la quantité de fécule et la production d'une plus forte dose de sucre, vraisemblablement partie glucose et partie sucre de canne. Il se produit une perte considérable de matière organique, et surtout de composés non azotés. Cette perte provient sans doute d'une décomposition partielle du sucre produit, accompagnée d'un dégagement d'acide carbonique. Peut-être même ce dégagement est-il dû au développement du champignon qui se nourrit aux dépens de la matière organique déjà formée. C'est là, au reste, une action caractéristique dans la culture de ces plantes sans chlorophylle.

A mesure que la pourriture augmente, une très forte proportion de la substance minérale et de la matière azotée du tubercule s'accumule dans le champignon. Nous avons alors peut-être ici l'explication de ce fait sur lequel j'ai déjà appelé l'attention, à savoir que la pourriture se développe au plus haut point dans des tubercules cultivés avec de fortes doses d'engrais azotés, et dont le jus présente une composition telle que l'azote s'y trouve en quantité considérable.

RÉSUMÉ

Nous avons discuté avec beaucoup de détails les conditions, de climat et de fumures, dont dépend le succès d'une culture de pommes de terre; les résultats auxquels nous sommes arrivés peuvent se résumer de la façon suivante :

Bien que le tubercule ait besoin de trouver dans le sol une quantité suffisante d'engrais minéraux, nous avons vu que, même lorsque cette condition est remplie, la récolte n'est abondante que si la plante a également à sa disposition une certaine dose d'azote immédiatement assimilable. Aussi emploie-t-on de grandes quantités d'engrais azotés, auxquels on ajoute parfois des quantités variables d'engrais minéraux artificiels. Et cependant une récolte de pommes de terre enlève au sol une dose d'azote beaucoup plus faible que n'importe quelle autre culture habituelle. Nous avons établi que l'effet le plus marqué des engrais azotés est un accroissement dans la quantité d'une substance non azotée : la fécule. Pour 1 d'azote de l'engrais, l'augmentation de la fécule dans la pomme de terre est moins élevée que l'accroissement du sucre dans la betterave. Et, bien qu'il existe dans la pomme de terre une proportion d'azote sous forme albuminoïde beaucoup plus

forte que dans aucune autre récolte de racines, cependant les quatre cinquièmes environ de l'azote total, et les trois quarts de l'azote albuminoïde s'y trouvent sous forme soluble dans le jus.

Enfin, nous avons montré que la pourriture, bien que très variable suivant les saisons, se développe avec bien plus d'intensité sur les tubercules dont le jus est riche en azote, que dans les conditions contraires. Le résultat de la pourriture est la destruction de fécule, la formation de sucre, une perte énorme de matière organique, et le développement d'un champignon qui se nourrit de la fécule contenue dans la pomme de terre.

Culture de la pomme de terre dans les différents pays.

Nous allons énoncer brièvement, pour terminer ce long mémoire, quelques renseignements que nous avons pu recueillir sur les surfaces cultivées en pomme de terre, et les rendements obtenus dans les différents pays.

Le tableau suivant réunit ces résultats : les treize pays y sont rangés dans l'ordre des rendements les plus élevés à l'hectare.

TABLEAU IX.

	NOMBRE d'années	ANNÉES	SURFACE MOYENNE cultivée en pommes de terre.	PRODUIT moyen.	RENDEMENT moyen par hectare.
			Hectares.	Tonnes.	Tonnes.
Norvège..............	3	1865-70-75	32.448	487.055	15.0
Belgique..............	6	1878-1883	198.934	2.822.441	11.3
Hollande..............	5	1880-1884	141.514	1.448.701	10.2
Italie................	6	1875-1880	68.360	699.972	10.2
Australie.............	5	1880-1884	39.542	374.355	9.5
Allemagne............	5	1882-1886	2.876.203	24.869.341	8.2
Suède................	5	1881-1885	154.172	1.236.893	8.0
Russie d'Europe.......	5	1883-1887	1.281.865	6.780.318	7.2
France...............	5	1880-1884	1.342.019	9.392.493	7.0
Autriche.............	5	1881-1885	1.038.313	7.173.698	6.8
Hongrie..............	5	1882-1886	406.483	2.644.504	6.5
Danemark.............	7	1881-1887	44.561	319.712	6.3
États-Unis...........	5	1881-1885	887.942	4.180.706	4.5

Les mêmes chiffres ont été établis pour l'Angleterre et pour l'Écosse ; ils sont donnés dans le tableau X.

TABLEAU X.

	NOMBRE d'années	ANNÉES	SURFACE MOYENNE cultivée en pommes de terre.	PRODUIT moyen.	RENDEMENT moyen par hectare.
			Hectares.	Tonnes.	Tonnes.
Grande-Bretagne[1]	4	1884-85-86-87	224.966	3.452.776	15.2
Irlande...............	id.	id.	322.496	3.144.437	9.7
Royaume-Uni.........	id.	id.	547.462	6.597.213	12.0

On s'aperçoit tout d'abord, à l'examen de ces tableaux, que ce sont les pays où la culture de la pomme de terre occupe les moins grandes surfaces qui se trouvent en tête de la liste, c'est-à-dire dont le rendement à l'hectare est le plus élevé. La Grande-Bretagne est, parmi les treize pays considérés, celui qui occupe sous ce rapport la première place. La Norwège, la Belgique et la Hollande sont ceux qui s'en rapprochent le plus; il est intéressant de noter que ce sont aussi précisément ces pays qui, avec le Danemark, arrivent le plus près de la Grande-Bretagne, au point de vue du rendement à l'hectare du blé et de l'orge.

La Belgique et la Hollande, qui se trouvent les deuxième et les troisième sur la liste, se rapprochent plus que tous les autres pays de la Grande-Bretagne, au point de vue de la densité de la population, et du poids de bétail à l'hectare, et par suite au point de vue de la production des engrais. Ces deux contrées possèdent en outre des marchés importants, en dehors de leurs exportations de produits agricoles.

1. Comprenant : Angleterre, pays de Galles et Écosse.

DE L'ENRICHISSEMENT DE LA CRAIE PHOSPHATÉE
ET DE
L'ORIGINE DU PHOSPHATE RICHE DE BEAUVAL

PAR

A. NANTIER
Directeur de la Station agronomique de la Somme.

Il y a trois ans à peine qu'à Beauval (Somme) on mettait en exploitation un gisement important de phosphate de chaux arénacée, d'une richesse, d'une pureté et d'une facilité d'extraction exceptionnelle ; toutes conditions faites pour lui donner une grande valeur.

Depuis ce temps, l'extraction a été menée grand train, près de 900,000 tonnes ont été déjà expédiées dans tous les États de l'Europe.

Mais, malheureusement, les innombrables sondages qu'on a faits et qu'on exécute encore tous les jours, un peu trop au hasard, il est vrai, ont montré rapidement que les grandes poches étaient assez rares; aussi, dans les conditions actuelles de l'exploitation, il est fort probable que le gisement sera bientôt épuisé.

De tous ces faits on peut donc déjà pressentir que, d'ici peu, la craie phosphatée, dans laquelle se trouvent le phosphate riche et dont la masse est considérable par rapport à ce dernier, encore dédaignée bien qu'elle titre souvent 30 à 40 p. 100 de phosphate, sera l'objet d'une exploitation sérieuse. Déjà celle à 30-40 est suffisamment riche pour être employée immédiatement par l'agriculture ainsi que le font quelques bons cultivateurs qui en sont très satisfaits, d'autant plus que cette craie leur revient à un prix relativement bas.

Mais, il faut le reconnaître, comme le phosphate riche, la craie riche est la plus rare et certainement la plus grande partie de la couche de craie à belemnitella quadrata est trop pauvre pour permettre avantageusement son extraction et surtout son transport.

Il n'en sera plus de même si on la traite de façon à augmenter sa richesse et par là sa valeur.

La possibilité de faire cet enrichissement d'une façon économique nous a donc paru une question des plus intéressantes à étudier.

Par ces recherches nous avons reconnu les faits suivants :

Lorsqu'on lave par simple décantation les craies phosphatées, même très pauvres, de Beauval (ou d'Hardivillers), on arrive facilement à recueillir un produit titrant de 30 à 40 p. 100 de phosphate de chaux, suivant la richesse primitive de la craie employée.

En traitant rationnellement cette roche, et en prenant quelques précautions pour opérer la séparation du phosphate, on obtient alors un phosphate plus riche dont la teneur s'élève de 55 à 60 p. 100, et par conséquent ayant une bien plus grande valeur commerciale.

Le phosphate ainsi obtenu (si l'on en excepte le carbonate de chaux que le lavage a été impuissant à enlever) est très pur et offre une composition analogue (toutes proportions gardées) à celle des phosphates riches des *poches*.

Les analyses suivantes établissent clairement ce que nous venons d'exposer :

Éléments dosés pour 100 de matière sèche	Craie de Beauval.	Craie d'Hardivillers.	Phosphate riche de Beauval.
Titre primitif	23.00	15.80	»
Après traitement :			
Phosphate de chaux	46.18	52.39[1]	80.90
Carbonate de chaux	48.93	42.08	5.51
Fluorure de calcium	2.15	2.30	3.85
Alumine	0.11	0.39	0.38
Peroxyde de fer	0.63	1.01	0.61
Sulfate de chaux	non dosé	non dosé	1.70
Magnésie	id.	id.	0.19
Silice	id.	id.	0.45
Matières organiques	id.	id.	2.71
Chaux en excès	id.	id.	3.80
Iode	traces	traces	traces

Ces résultats permettent donc de prévoir qu'il y aura, dans la lévigation des craies, une source de revenus lorque le phosphate des poches sera épuisé ; en effet, les craies pauvres titrant moins de 30, n'ont qu'une faible valeur, tandis que les produits riches qu'on en pourra tirer facilement, atteindront un prix élevé. De plus, il nous semble que cette analogie de composition des phosphates lavés extraits de la craie, avec celle des phosphates arénacés, démontre bien que ces derniers ont été formés précisément par lévigation spontanée. Pour le démontrer complètement, il suffisait d'arriver à obtenir des produits de 75 à 80 p. 100 comme ceux de Beauval.

1. Nous avons obtenu, depuis que ces analyses ont été faites, des produits à 60 p. 100, ainsi que nous l'avons dit, qui ne diffèrent de ceux-ci que par le taux de carbonate de chaux enlevé.

On y arrive facilement par l'acide chlorhydrique étendu, qui enlève d'abord le carbonate de chaux ; mais, comme il dissout en même temps une notable quantité de phosphate, il n'y a pas lieu de supposer que ce soit par un agent aussi énergique qu'ait eu lieu la séparation du phosphate.

Avec l'acide carbonique, ce dernier inconvénient n'est plus à redouter ; le carbonate de chaux seul est enlevé en assez forte proportion et seulement de très faibles quantités de phosphate sont dissoutes, ainsi que nous nous en sommes assuré par l'essai suivant :

5 grammes de craie très pauvre et 5 grammes de phosphate riche à 77 p. 100 ont été mis en digestion dans des siphons d'eau de Seltz ; dès le lendemain, étaient passées en dissolution :

	$CaO\,CO^2$.	$3\,CaO\,PO^5$.
Pour la craie.....................	1gr 572	0gr 0085
Pour le phosphate.................	0gr 139	0gr 088

« Tous ces faits s'accordent donc pleinement avec l'hypothèse formulée par M. Stanislas Meunier sur la formation des *poches* de Beauval[1], puisqu'ils montrent qu'on obtient du phosphate riche en lavant simplement la craie phosphatée avec une eau carboniquée. »

De plus, nous pouvons donc dire qu'il est facile (et peu coûteux) de transformer la craie phosphatée pauvre de nulle valeur en un phosphate ayant une valeur commerciale très suffisante pour amener de sérieux bénéfices.

DE LA TÉNUITÉ DES ENGRAIS

PAR

M. A. NANTIER
Directeur de la station agronomique de la Somme.

Il est évident et l'on conçoit facilement que le degré de finesse des engrais insolubles ait une importance capitale sur leur assimilabilité.

Les expériences culturales faites à ce sujet, à propos de l'emploi

1. *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. CIII, p. 657.

des phosphates et des scories de déphosphoration, par MM. Menier et Wagner, l'ont démontré et d'ailleurs le calcul indique clairement que la surface d'une masse, d'une sphère par exemple, croît avec l'état de division auquel elle est soumise[1].

Il s'ensuit donc que la pulvérisation d'un engrais aura pour effet, non seulement de faciliter sa dissémination dans le sol, mais encore de présenter aux agents liquides et gazeux de la terre une surface d'action beaucoup plus grande et par là de hâter sa transformation, sa dissolution et par suite son assimilation.

A l'appui de ces faits on peut citer la différence d'action des superphosphates et des phosphates. Généralement l'acide phosphorique des premiers est assimilé plus rapidement que celui des phosphates, et cependant au contact du sol il repasse immédiatement à l'état insoluble. Il est donc presque certain que les superphosphates doivent leur supériorité simplement à l'extrême ténuité que leur a donnée le dissolvant chimique; ténuité pour ainsi dire théorique et qu'il est impossible d'obtenir par de simples moyens mécaniques.

Il serait donc très utile dans la vente des engrais et particulièrement pour celle des phosphates de demander des garanties sur leur pulvérisation.

La faible majoration de prix que les fabricants pourraient demander à ce sujet serait compensée par les avantages qu'offriraient de tels produits.

Cette garantie et cette entente seraient d'autant plus utiles que, ainsi qu'on pourra en juger par les résultats inscrits dans le tableau suivant, si quelques phosphates sont assez bien pulvérisés, très peu cependant sont préparés convenablement.

La détermination de la ténuité est chose des plus simples; dans les laboratoires on emploie à cet effet des toiles métalliques de dimensions connues et généralement des tamis correspondants aux nos 50, 100, 150 et 200 du commerce, c'est-à-dire ayant 50, 100, 150 et 200 mailles au pouce (0m027). Chaque maille est donc constituée par un espace carré de 4/10, 2/10, 15/100 et 1/10 de millimètre.

C'est avec ces tamis qu'ont été faites les déterminations dont nous consignons plus loin les résultats ; mais disons tout de suite que,

1. La surface d'une sphère étant $4 \pi R^2$, si on la divise en n sphères égales, la surface totale de ces n sphères devient $4 \pi R^2 \sqrt[3]{n}$. Dans ce cas la surface croît donc comme $\sqrt[3]{n}$.

pour le contrôle courant des matières agricoles, il suffirait de s'en tenir simplement à un seul de ces numéros.

Avec beaucoup de nos collègues, le n° 100 (maille de 2/10 de millimètre) nous paraît être le plus convenable, en ménageant à l'avantage du vendeur une tolérance de 5 ou de 10 p. 100.

ORIGINE DES PHOSPHATES	TITRE	FINESSE[1] PRODUIT °/₀ PASSANT AU TAMIS N° 200	150	100	RÉSIDU
Somme. — Phosphate brut	60/65	8.40	24.50	59.30	40.70
— Simple mouture. Moyenne de 20 échant.	60/75	27	51	81.1	18.9
— — Maximum de finesse..	»	31	56	84	16
— — Minimum —	»	20	45	66	34
— Double mouture	70/75	47.5	52.3	78	22
— Craies phosphatées	25/45	12	28	70	30
Boulonnais. — Simple mouture	35/40	2	14	59	41
— Double mouture	—	47	54	72	28
Nord. —	30/35	70	85	96	4
Meuse et Ardennes. —	»	65	74	90	10
Ciply	55/65	23	55	97	3
Scories de déphosphoration	40/45	40.5	42.5	49	51
— —	—	15	56	80	20

Dans ces conditions, en effet, un pareil produit fournirait environ 300 millions de grains au litre et une surface de contact de 3,600 mètres carrés à l'hectolitre; ce phosphate représenterait à peu près comme finesse les produits courants les mieux préparés que l'on rencontre sur le marché.

D'après ces résultats on voit donc, ainsi que nous le disions plus haut, que la majorité de ces produits ne remplirait pas les conditions que nous proposons de stipuler. Certains d'entre eux sont cependant d'une finesse remarquable tels sont les n° 9 et 11; aussi,

1. Tous ces chiffres représentent la moyenne de 3 à 20 essais. Pour les moyennes relatives aux phosphates du Nord et de Ciply, quelques résultats ont été empruntés au travail de M. Vivien. (*Bulletin de l'Association des chimistes de sucrerie*, août 1888.)

nous ne doutons pas qu'on puisse arriver facilement avec tous ces phosphates à obtenir une poudre passant entièrement au n° 100; pour cela il suffirait de la demander dans les marchés.

Les données que nous ont fournies ces essais nous permettent en terminant de montrer clairement, par des chiffres, l'influence considérable de la pulvérisation sur la dissémination et l'assimilation des engrais. Pour cela il nous suffit de faire remarquer qu'en prenant dans notre tableau les phosphates ayant le maximum et le minimum de ténuité et en supposant qu'ils soient distribués tous deux à la dose de 800 kilogrammes à l'hectare, on aura très approximativement dans le premier cas une surface de contact de 544 ares (54,400 m.) et dans le second, seulement 1 hect. 44 (14,400 m.); c'est-à-dire, avec le plus fin, toutes probabilités pour que l'assimilation se fasse, toutes choses égales, quatre fois plus rapidement.

NOTICE NÉCROLOGIQUE

M. EUGÈNE PORION

Par M. P.-P. DEHÉRAIN

Au commencement de l'année 1885, M. E. Porion voulut bien me prier de l'aider à faire de ses domaines de Wardrecques et de Blaringhem, un vaste champ d'expériences et de démonstration. Pendant ces cinq dernières années, nous avons continué des essais qui ont été publiés dans ce recueil sous le nom de *Cultures expérimentales de Wardrecques et de Blaringhem*. Il n'était guère possible d'être en relations suivies avec M. Porion, sans ressentir pour lui la plus vive affection. Sa perte a causé à tous les amis de l'industrie et de l'agriculture française d'amers regrets, et je veux essayer aujourd'hui de rappeler les mérites de l'homme éminent, du collaborateur dévoué qu'une courte maladie a enlevé, le 22 août dernier.

M. Eugène-Édouard Porion est né à Saint-Omer en 1828 : appartenait à une famille engagée dans l'industrie, et, après des

études poursuivies successivement à Saint-Omer, à Boulogne, puis à Bruxelles, après avoir travaillé avec son père, M. Porion se maria à une jeune personne d'une excellente famille de Boulogne, mademoiselle Evrard, et vint fonder une distillerie à Wardrecques, à la frontière des départements du Nord et du Pas-de-Calais.

Très vite, M. Porion montra des qualités remarquables; attentif à tous les détails de la fabrication, il s'attacha non seulement à fabriquer un alcool d'une pureté absolue, mais en outre à tirer parti de tous les résidus que laisse la transformation en alcool de l'amidon du maïs ou du sucre des mélasses; il monta des ateliers secondaires, dans lesquels on extrait l'huile contenue dans les germes du maïs et on prépare des tourteaux, recherchés soit pour l'alimentation du bétail, soit pour l'engraissement du sol. Pour le traitement des résidus des mélasses, il imagina un four d'évaporation des vinasses de mélasses bien connu sous le nom de four Porion et qui a rendu des services signalés, dans toutes les industries où l'on a de grandes quantités de liquides à évaporer; les salins qui en résultent sont ensuite travaillés pour en extraire les différents sels qu'ils renferment et l'usine produit du sulfate de potasse, du chlorure de potassium, des carbonates de potasse et de soude : ce dernier est offert au commerce non pas sous forme de cristaux, mais sous celle de prismes moulés ne renfermant qu'une quantité d'eau infiniment plus faible que les cristaux.

Cette rapide énumération des travaux, exécutés dans l'usine de Wardrecques, montre la tendance de l'esprit de M. Porion; il voulait que le travail fût excellent, que rien ne fût négligé, perdu, et, en effet, il réussit à utiliser sous diverses formes toutes les substances que renfermaient les matières premières introduites.

Les soins apportés à la rectification de l'alcool ont donné à ses produits une plus-value universellement acceptée.

M. Porion perfectionnait sans cesse, non seulement les procédés de fabrication de son usine, mais en outre son fonctionnement; tout était réglé minutieusement, toutes les questions soumises à une étude attentive, et bientôt les grandes qualités du distillateur de Wardrecques furent connues, appréciées, et ses concitoyens lui confièrent plusieurs fonctions importantes qu'il accepta toujours de bonne grâce. Après avoir été vice-président de la chambre de commerce de Saint-Omer, en 1872, il en devint président, en 1877, et cette même année, il fut élu président de l'Association générale des distil-

lateurs et, quand les pouvoirs publics désireux de s'éclairer décidèrent la réunion des commissions de la distillerie agricole, puis de la commission extraparlementaire des alcools, M. Porion en fit partie. Bien souvent, considérant comme un devoir de conscience de remplir complètement les missions qu'il avait acceptées, il passait de longues semaines à Paris, ne revenant que pour quelques jours à Wardrecques, s'occuper de ses propres intérêts.

Nommé chevalier de la Légion d'honneur en 1878, cette même année, maire de Wardrecques, membre du jury des expositions de Saint-Omer, d'Anvers, du Havre, puis de celle de 1889, M. Porion prenait peu à peu le rang que lui méritaient la justesse de son esprit, la droiture et l'élévation de son caractère. Mais il ne croyait jamais avoir assez fait, non seulement pour les siens, mais dans l'intérêt général; et, quand en 1885, se déclara la crise agricole, il vit très bien que la seule méthode à employer, pour lutter contre l'avilissement des prix des denrées agricoles, étant l'augmentation des rendements, il fallait essayer de produire plus et mieux que par le passé.

C'est du désir élevé, désintéressé d'aider ses compatriotes à surmonter les difficultés, dont ils désespéraient de triompher, que dériva sa résolution d'organiser des cultures expérimentales, pour lesquelles il me pria de l'aider de mes conseils.

Ces expériences ont conduit à quelques résultats importants, elles ont fait voir qu'avec la loi actuelle qui régit la sucrerie, qu'avec l'impôt reporté du sucre achevé à la matière première : la betterave, les cultivateurs de la région fertile de la France septentrionale peuvent trouver de beaux bénéfices, s'ils choisissent bien les graines semées, et s'ils consentent à donner à leur sol les façons et les engrais nécessaires. C'est plutôt, cependant, dans la culture du blé que dans celle de la betterave que les résultats ont été les plus avantageux. M. Porion a sélectionné, pendant plusieurs années, avec grand soin, la variété dite à épi carré, originaire d'Écosse, qui présente à la verse une résistance suffisante pour qu'elle puisse être copieusement fumée. Quand l'année est favorable, cette variété donne des rendements qui naguère auraient été considérés comme fabuleux; les rendements de 50 quintaux métriques de grain à l'hectare correspondant à plus de 60 hectolitres, ont été fréquents, non seulement dans des champs d'expériences, mais en grande culture.

Ces résultats annoncés à l'Académie des sciences, publiés ici même, commentés par la presse agricole et par la presse politique ont déterminé une agitation salutaire ; une correspondance très active s'est établie entre Wardrecques et les semeurs de blé à épi carré, et pour donner avec plus de certitude les conseils demandés, et pour savoir comment l'épi carré réussissait dans les diverses régions de la France, des questionnaires ont été envoyées en 1887, 88 et 89 aux cultivateurs qui avaient semé l'épi carré Porion ; il résulta des nombreuses réponses envoyées à Wardrecques que, dans la région méridionale, le blé à épi carré est supérieur aux variétés généralement semées, mais sans conduire à des rendements très élevés, dans la région centrale, il donne déjà des récoltes remarquables, s'élevant à 50 hectolitres et au delà, mais c'est surtout dans la région septentrionale qu'il fournit des rendements considérables, atteignant et dépassant 60 hectolitres (M. Vandebeulque 1887, M. Masclef 1888, M. Porion 1887).

M. Porion était heureux de ces résultats; mais il voulait bien fixer les conditions les plus favorables : chaque année les expériences recommençaient; on cherchait jusqu'à quelle fumure on peut arriver sans déterminer la verse, de façon à indiquer aux correspondants qui demandaient des conseils précis à quelle proportion d'engrais ils devaient s'arrêter.

L'élan donné par M. Porion ne s'arrêtera pas; il est démontré actuellement que les terres fertiles, qui sont nombreuses en France, peuvent fournir des quantités de blé infiniment supérieures à celles qu'elles donnent habituellement et, cette démonstration montrant nettement le but à atteindre, excitera les cultivateurs à redoubler d'efforts pour s'en rapprocher.

Pendant les longues heures consacrées à la rédaction des mémoires des *Annales agronomiques*, M. Porion dévoilait clairement son caractère, son désir de n'émettre que des idées précises, s'appuyant sur des chiffres absolument exacts; les erreurs typographiques le désespéraient, il fallait multiplier les épreuves pour les faire disparaître.

Quand ensemble nous visitions les cultures, il n'était satisfait que devant des champs absolument irréprochables, dans lesquels les mauvaises herbes avaient complètement disparu et qui promettaient des rendements exceptionnels; il provoquait les visites des cultivateurs que j'ai entendu bien souvent déclarer n'avoir ja-

mais vu des champs de blé plus beaux et mieux garnis que ceux de Wardrecques.

M. Porion était l'homme de tous les dévouements, pendant cette année de l'Exposition, il venait fréquemment à Paris et y faisait de longs séjours, retenu par l'organisation de ses expositions dans diverses classes, par le congrès agricole, puis par les séances multipliées du jury des récompenses.

Peut-être s'est-il surmené, peut-être a-t-il trop compté sur une vigueur que les années n'avaient pas diminuée? Après avoir assisté, le 18 août, au banquet des maires, où sans doute il a pris froid, il se trouva très souffrant le mardi suivant, il s'alita. Madame Porion, prévenue par un télégramme que son mari était indisposé et ne pouvait revenir à Wardrecques comme il l'avait annoncé, eut l'intuition qu'il était gravement atteint; elle accourut et put lui prodiguer des soins; ils furent impuissants et, le jeudi 22 août, M. Porion succombait.

Les obsèques eurent lieu, le 26. Le long convoi qui le conduisit jusqu'à sa dernière demeure était conduit par MM. Eugène et Pierre Porion, ses fils; M. E. Lelièvre, son gendre, tous trois dévoués collaborateurs; les pleurs des assistants, les regrets de son nombreux personnel, le long et touchant défilé des ouvriers qui vinrent l'un après l'autre déposer sur son cercueil leur modeste couronne d'immortelles, témoignaient de la bonté de son cœur et de sa sollicitude pour tous. C'est ce qu'a bien exprimé M. Durin, dans le discours qu'il a prononcé sur cette tombe encore entr'ouverte.

« Si l'œuvre industrielle de M. Porion a été grande, plus grand encore était l'homme de cœur et l'homme de bien. Nous, dont il a été l'ami dévoué, le soutien, aux époques tristes et tourmentées de l'existence, à ces époques où les amis se raréfient, nous, qui l'avons suivi depuis si longtemps, de combien d'actes généreux n'avons-nous pas été témoin, de combien de sacrifices personnels pour remplir un devoir civique! Il est impossible d'exprimer la délicatesse dont il entourait le service rendu, la sensibilité exquise qu'il témoignait dans toutes les circonstances difficiles où la sympathie a tant de prix. »

M. Ribot, député du Pas-de-Calais, M. le sous-préfet de Saint-Omer, plusieurs conseillers généraux, les maires des environs avaient tenu à honneur de conduire jusqu'à sa dernière demeure

ce bon citoyen; de nombreux discours ont été prononcés; tous témoignaient des profonds regrets que laisse cet homme éminent dont la viepe ut servir d'exemple.

Elle peut servir d'exemple, car M. Porion a toujours cherché à remplir plus que son devoir; quand un industriel, comme lui, fonde une grande usine, élève une nombreuse famille, lui assure une large aisance, il a déjà bien rempli sa mission et on peut l'en louer. Mais si ce même homme, arrivant à l'âge mûr, veut, au lieu de se reposer et de jouir des labeurs des jeunes années, se consacrer encore à son pays, se déplacer à chaque instant, pour apporter à ses concitoyens les lumières de sa longue expérience, s'il consacre enfin son temps, son argent, son intelligence à étudier des questions agricoles, dont la faible étendue de son domaine ne lui permettront jamais de tirer aucun profit personnel; quand cet homme ne se lasse jamais de poursuivre le mieux, l'achevé, le parfait, alors la louange discrète ne suffit plus; il faut que la vie de cet homme soit connue, pour qu'elle serve de modèle, et que d'autres s'efforcent de l'imiter.

C'est quand il renferme beaucoup de citoyens de cette valeur, atteints, comme M. Porion, du désir de bien faire, qu'un pays prospère et grandit et, si nous pouvons dans cette grande année 1889, éblouir le monde par ce merveilleux spectacle de l'exposition, c'est qu'au-dessous des agitations des partis, qui voilent parfois aux yeux des étrangers les grandes qualités de nos compatriotes, il y a, dans le cœur des Français, ce désir de l'au-delà, cette passion de faire mieux, qu'on aurait pu donner pour devise à M. Porion.

REVUE DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Physiologie végétale.

Sur la formation de l'oxalate de chaux dans les plantes, notice préliminaire de M. Kohl[1]. — Nous savons, par les travaux de M. Pfeffer que les amides, les acides amides, et les amines sont répandus partout dans le corps de la plante. On a trouvé dans les plantes les plus diverses et dans les

1. *Bot. Centralbl.*, XXXVIII, p. 471.

organes les plus divers, l'asparagine et l'acide aspartique, la leucine, la tyrosine, la tyroleucine, la glutamine et l'acide glutamique, etc. Il semble permis d'admettre que tous ces corps proviennent d'un dédoublement des albuminoïdes et qu'ils peuvent à l'occasion servir réciproquement à la régénération de ces albuminoïdes. Ils représenteraient en quelque sorte la forme de voyage des albuminoïdes. Nous savons en outre que les amides et autres substances analogues ne peuvent former des albuminoïdes qu'en présence de matières organiques ternaires et notamment de l'amidon ou plus exactement des hydrates de carbone créés dans les grains de chlorophylle. De là, par exemple, cette accumulation souvent observée d'asparagine dans les plantes étiolées. Fort probablement la cellule vivante est le siège d'un dédoublement ininterrompu des albuminoïdes, compliqué d'une élaboration non moins continue des amides, élaboration qui ne fait défaut que lorsque les matières ternaires viennent à manquer.

Rien ne nous autorise à penser que ces réactions chimiques se trouvent localisées dans des parties déterminées de la plante.

Si nous comparons maintenant la composition centésimale de l'asparagine à celle de l'albumine, nous voyons que lorsque l'asparagine se transforme en albumine, la totalité de l'azote est employée et qu'il s'y joint du carbone et de l'hydrogène, tandis que de l'oxygène devient disponible. Il en résulte qu'il y a excès d'oxygène partout où il se forme de l'albumine; il est dès lors facile de comprendre qu'il se forme des acides organiques et parmi ceux-ci de l'acide oxalique. Il devient en outre probable que cet acide apparaît partout où cette transformation a lieu, c'est-à-dire dans tous les tissus vivants, et que la présence de l'acide oxalique ne suffit pas pour qu'il se dépose de l'oxalate de chaux, puisque la distribution de ce sel répond le plus souvent à un schéma déterminé.

M. Kohl ne croit pas que l'oxalate provienne de la rencontre de l'acide oxalique avec le sulfate, nitrate ou phosphate de chaux; il pense que le plus souvent, sinon exclusivement, l'acide agit sur des combinaisons de la chaux avec les hydrates de carbone. Si cela est vrai, on doit trouver l'oxalate : 1° dans les tissus où ces combinaisons cheminent et 2° surtout là où, par la décomposition de ces combinaisons, la chaux devient libre. Ce dernier cas doit se présenter particulièrement dans les endroits où il se dépose de l'amidon, de la cellulose, etc., c'est-à-dire dans les rhizomes, bulbes, graines, auprès des fibres mécaniques, des cellules scléreuses, etc. Or, c'est précisément dans ces parties de la plante qu'on trouve le plus souvent l'oxalate de chaux.

M. Kohl n'admet pas la migration de l'oxalate de chaux telle que la décrit M. Schimper; cependant il reconnaît la possibilité de la dissolution de l'oxalate dans certains cas, à la vérité très rares; il y aurait même des motifs pour admettre que la chaux rentre en combinaison avec les hydrates de carbone et reprend ainsi son rôle dans la migration des principes immédiats.

L'auteur a réussi à préparer plusieurs combinaisons solubles de la chaux avec les hydrates de carbone, notamment avec le sucre de raisin.

Enumérons brièvement quelques observations qui sont en relation plus ou moins étroite avec ce qui vient d'être dit.

Tous les foyers de formation des albuminoïdes contiennent un suc fortement

acide. Toute partie de planto maintenue à l'obscurité devient le siège d'une accumulation d'amides (asparagine, etc.); il ne s'y forme guère d'acide oxalique, l'oxalate de chaux n'y apparaît qu'en qantités minimes, ou point du tout.

Souvent l'absence de l'oxalate de chaux dans la planto provient de ce que le sol renferme de faibles quantités de chaux. L'auteur ayant examiné un grand nombre de fougères, a trouvé que la quantité d'oxalate de chaux est extrêmement variable. Ces inégalités chez des espèces très voisines entre elles ne peuvent être le résultat de différences fondamentales dans la métamorphose des principes immédiats, mais ne sauraient dépendre que de l'influence des facteurs extérieurs agissant sur les plantes.

Les graminées qui ne renferment presque jamais d'oxalate de chaux sont en même temps très pauvres en chaux. D'ailleurs les mousses, les fougères, les graminées remplacent en majeure partie la chaux par la potasse, forment de l'oxalate de potasse, qui, par sa solubilité échappe plus facilement à l'observation microscopique.

L'oxalate de chaux dans les feuilles de la symphorine, de l'aulne et de l'aubépine, par M. C. Wehmer[1]. — Dans un travail récent, M. Schimper[2] annonce que dans les feuilles de nos arbres, l'oxalate de chaux est aussi mobile que les produits de l'assimilation. Cette observation devait sembler d'autant plus surprenante que ce sel, insoluble dans l'eau et inattaquable par les acides organiques, n'a été trouvé en voie de dissolution que dans quelques cas très rares, et qu'on admettait généralement qu'il restait passivement en place une fois formé. D'après M. Schimper, les cristaux d'oxalate formés dans les cellules assimilatrices se redissoudraient pour aller se déposer le long des nervures. Il cite parmi les espèces chez lesquelles le phénomène en question peut s'observer le plus facilement : l'aulne (*alnus glutinosa*), la symphorine (*symphoricarpos racemosa*) et l'aubépine (*cratægus oxyacantha*).

Étant donné l'intérêt de la question, l'auteur a voulu étudier de plus près les trois espèces que nous venons de nommer, comparer les différentes feuilles d'une même pousse, ensuite les feuilles correspondantes de pousses d'âge différent, en tenant séparées les pousses courtes et les pousses longues ou innovations.

Il a fallu rendre les feuilles absolument transparentes. Quand elles sont jeunes, il suffit pour cela de les traiter par le chloral, mais plus tard ce réactif devient impuissant à les décolorer; il faut alors les plonger pendant 2 à 7 jours dans l'acool absolu saturé d'acide sulfureux, les laver à plusieurs reprises dans l'alcool pur et les immerger enfin, quelques heures avant les observations, dans une solution d'hydrate de chloral à 5 pour 2. Même les feuilles les plus âgées et les plus épaisses prennent ainsi une transparence étonnante. Il est très important de débarrasser entièrement les feuilles des dernières traces d'acide sulfureux, sans quoi on verrait les cristaux d'oxalate se transformer en houppes de sulfate de chaux.

1. *Bot. Zeit.*, 1889, 141, 165.
2. *Ann. agron.*, 1888, tome XIV, p. 175.

Voici les résultats de ces recherches; ils sont complètement différents de ceux qu'avait annoncés M. Schimper :

1. *Symporicarpos*. Les feuilles inférieures de toutes les pousses n'accumulent l'oxalate de chaux que dans le parenchyme des nervures, tandis que les supérieures en déposent en outre abondamment dans le mésophylle où le sel séjourne jusqu'en octobre.

2. *Alnus*. Il y a peu de différence entre les feuilles supérieures et inférieures d'une même pousse, cependant dans les premières l'accumulation se fait surtout dans le voisinage des nervures.

3. *Cratægus*. Les feuilles des pousses courtes sont semblables entre elles; celles des pousses longues, au contraire, manquent ordinairement d'oxalate de chaux dans les cellules du mésophylle.

Tout bien considéré, on peut établir pour les trois espèces les règles suivantes :

1. L'oxalate de chaux sous la forme d'oursins est uniformément répandu dans le tissu des feuilles des très jeunes bourgeons.

2. Plus tard, mais dans les feuilles non encore adultes, on le trouve dans le mésophylle et dans le parenchyme et le liber des nervures inférieures.

3. Avec l'âge ces deux dépôts augmentent progressivement, mais bientôt l'augmentation ne porte que sur l'oxalate des faisceaux.

4. Les macles déposées de bonne heure dans les cellules du mésophylle ne semblent pas augmenter dans la suite, à moins qu'il y ait un accroissement de chacune d'elles; on peut les observer au même état de mai en octobre.

5. Lorsqu'il s'agit d'étudier la diminution ou l'augmentation on ne peut comparer entre elles que les feuilles correspondantes de pousses d'âge différent.

6. L'oxalate s'accumule dans le pétiole et dans la tige en même temps que dans le limbe de la feuille.

7. Rien ne fait présumer une émigration de l'oxalate des feuilles dans la tige, attendu que les feuilles les plus âgées (en octobre) sont les plus riches.

8. Il n'est pas davantage vraisemblable que les macles déposées dans le mésophylle se dissolvent et que l'oxalate va se déposer sous une nouvelle forme le long des faisceaux. Ces cristaux, ceux du mésophylle et ceux des nervures s'accroissent indépendamment. Il n'y a donc pas lieu d'admettre l'existence d'une migration de l'oxalate de chaux.

M. Schimper ne paraît pas avoir suffisamment tenu compte des différences entre les feuilles inférieures et les feuilles supérieures de la pousse, et semble avoir à tort tiré des conclusions sur la migration de l'oxalate, de la comparaison de ces deux sortes de feuilles, qu'il croyait *a priori* identiques au point de vue de l'accumulation de l'oxalate. Il a mis sur le compte d'un phénomène de migration, changeant la distribution des matières avec les progrès de l'âge, des différences qui existaient dès le début dans les feuilles différentes du même rameau.

Sur l'assimilation, par M. O. LŒW[1]. — Dans une séance récente de la

1. *Bot. Centralbl.*, XXXVII, p. 416.

Société botanique de Munich, M. Lœw a exposé quelques résultats nouveaux et intéressants qu'il a obtenus en poursuivant ses recherches dans le sens de la théorie de Baeyer. Nous connaissons déjà un corps, la formose, obtenu par la condensation de l'aldéhyde formique, de même formule que la glucose, d'une saveur sucrée, mais qui est infermentescible. Un autre corps analogue, mais fermentescible, dérivant également de l'aldéhyde formique a été obtenu: l'auteur lui donne le nom de méthose et il a constaté que ce sucre artificiel se rapproche beaucoup plus de la lévulose que de la dextrose. M. Bokorny a trouvé dans ces derniers temps que les plantes peuvent former du sucre et de l'amidon quand on leur donne de l'alcool méthylique. Celui-ci serait transformé par une simple oxydation en aldéhyde immédiatement polymérisé.

Éléments de la physiologie du tanin, par M. Gr. Kraus[1]. — Nous avons jusqu'à présent soigneusement résumé tous les travaux sur le tanin qui nous ont passé sous les yeux. Les avis sont tellement partagés que le lecteur a certainement dû renoncer à se former une opinion et que jusqu'à présent la physiologie générale des végétaux n'a guère pu assigner à ce corps si répandu une place convenable dans le chapitre de la métamorphose des principes immédiats. Le présent travail se signale avantageusement par l'ampleur des vues générales et par la précision des recherches physiologiques et anatomiques.

L'auteur distingue deux espèces de tanin, le primaire et le secondaire qui diffèrent par la place qu'ils occupent et par le sort qu'ils subissent. Ce n'est pas là le seul point de ressemblance avec l'oxalate de chaux, étudié dans ces derniers temps par M. Schimper. Il reste incertain s'il existe également une différence chimique entre ces deux espèces de tanin.

Le tanin primaire se forme dans les feuilles vertes exposées à la lumière et au milieu d'un ensemble de conditions qui coïncident en grande partie avec celles de l'assimilation du carbone. Une feuille verte détachée augmente sa teneur en tanin à la lumière, non à l'obscurité; cette augmentation est surtout frappante lorsque la feuille est exposée aux rayons solaires directs. Il en résulte que les feuilles poussées au soleil et celles qui ont végété à l'ombre sont très inégalement riches en tanin; à surface égale, celles du *Cornus alba* par exemple, renferment quatre fois plus de tanin au soleil qu'à l'ombre. Il a même été possible de démontrer directement l'augmentation du tanin dans une feuille exposée à la lumière durant une seule journée de végétation.

Les feuilles autrement colorées qu'en vert, telles que les feuilles panachées de l'Orme et du *Pelargonium zonale*, qui déjà par elles-mêmes sont moins riches en tanin que les feuilles vertes, ne forment pas de tanin à la lumière. Dans un autre ordre d'idées, les feuilles vertes, éclairées d'une manière normale dans l'air confiné privé d'acide carbonique, ne s'enrichissent pas non plus en tanin.

Ces résultats font pressentir une certaine coïncidence entre l'assimilation

1. Grundlinien zu einer Physiologie des Gerbstoffes, Leipzig, 1889. (*Bot. Zeit.*, 1889, col. bob.)

chlorophyllienne et la formation du tanin, coïncidence dont la signification nous échappe cependant complètement. On se tromperait gravement en admettant que le tanin est un des produits de l'assimilation du carbone par les grains du chlorophylle, car il existe un grand nombre de plantes vertes qui ne renferment jamais de tanin, et, ce qui est encore plus démonstratif, des feuilles coupées peuvent assimiler par un temps couvert, sans former de tanin.

Le tanin, déposé dans les feuilles, n'y demeure pas; il ne subit aucune transformation chimique, mais il émigre d'abord du parenchyme assimilateur où il s'est formé, dans les nervures, de celles-ci par le pétiole dans les autres parties de la plante, rhizomes, tubercules, tiges, etc. Sa distribution finale diffère selon qu'on considère une herbe vivace ou une plante ligneuse. Le premier cas est le plus simple : le tanin émigre dans le parenchyme du rhizome où il reste accumulé indéfiniment. Lorsque les nouvelles pousses se développent et que, par suite des quantités de matériaux de construction quittent le rhizome, le tanin reste en place et peut même augmenter dans certains cas, du tanin « secondaire » venant s'ajouter au tanin primaire. L'une et l'autre de ces espèces de tanin, celle qui s'est formée à la lumière et qui a immigré dans la tige souterraine, de même que celle qui s'est formée sur place, ne prennent plus aucune part à la métamorphose des principes immédiats et se détruisent avec le rhizome. Il ne faudrait cependant pas en conclure que ce tanin ne joue aucun rôle biologique; l'auteur lui attribue comme M. Stahl l'a fait récemment, celui de substance protectrice contre les attaques des animaux et contre la putréfaction.

Les choses sont plus compliquées dans les plantes ligneuses. Le tanin formé dans les feuilles passe par les nervures dans le pétiole, puis dans les branches et le tronc. Le courant principal se meut dans le liber, les rayons médullaires amènent le tanin d'une part dans l'écorce, de l'autre dans le bois. Non seulement ce corps s'accumule ainsi dans les couches nouvellement formées de liber et de bois, mais il s'étend encore dans les couches libériennes et ligneuses des années précédentes de sorte que d'année en année ces couches deviennent plus riches ou, en d'autres termes, que les couches deviennent plus riches à mesure qu'on s'éloigne du cambium; mais, à une certaine distance de ce tissu générateur, le tanin diminue de nouveau, sans doute en se décomposant et en fournissant parmi les produits du dédoublement, dans l'écorce les « phlobaphènes », dans le bois, ces substances mal connues, mais importantes (matières incrustantes, xylochromes) qui interviennent dans la transformation de l'aubier en duramen.

La distribution du tanin dans le corps ligneux est particulièrement intéressante. Tout en reconnaissant que d'autres cas sont possibles, l'auteur décrit deux types : dans le premier, auquel appartiennent les bois blancs, il n'existe pas en général de différence notable dans la teneur en tanin des différentes couches de bois; le second qui est relatif aux bois à duramen, nous donne une image tout autre, l'aubier en effet renferme à peine 1 p. 100 de tanin, tandis que le taux passe subitement au quadruple de l'aubier au duramen; lorsque les troncs sont très gros, les couches moyennes sont même plus riches encore, mais le centre même est de nouveau plus pauvre, sans cause extérieure

apparente. Il serait difficile de dire *a priori* d'où vient cette grande quantité de tanin, peut être s'en forme-t-il sur place, mais l'auteur pense, d'après ses expériences qu'une partie au moins a été amenée.

La diminution du tanin au centre paraît être en rapport avec l'incrustation du bois.

Contrairement à ce qui a été dit, le tanin des vaisseaux n'est pas employé au printemps pendant le développement des bourgeons, bien au contraire, il augmente; il en est de même pour les feuilles persistantes; le tanin formé en été ne diminue pas en hiver et au printemps; l'été suivant, il augmente de nouveau; quant aux feuilles caduques, le tanin qu'elles renferment avant la chute n'émigre pas dans la plante comme les hydrates de carbone, le protoplasma, etc., mais la feuille tombée renferme autant de tanin que pendant la meilleure période de végétation. Le tanin ne compte donc pas parmi les matériaux de réserve.

Enfin, si on fait germer des graines riches en tanin, celle du chêne ou du marronnier d'Inde, par exemple, le tanin, loin de diminuer à mesure que la jeune plante se développe, augmente encore.

On a signalé depuis longtemps la relation entre le tanin et la coloration rouge automnale des feuilles; les expériences faites dans cette direction, permettent d'établir les deux propositions suivantes : en rougissant en automne les feuilles ne perdent pas de leur tanin, mais elles en gagnent, et, au printemps, lorsqu'elles reprennent leur teinte verte, elles n'en gagnent pas, mais en perdent.

En apparence ce résultat est contradictoire avec l'opinion souvent professée de Wigand, d'après laquelle il existerait un lien étroit entre le tanin et la matière colorante rouge, l'érythrophylle, cette dernière provenant directement du premier. Cependant cette idée n'est peut-être pas incompatible avec le fait observé.

En effet, l'érythrophylle peut se développer aux dépens du tanin, pendant que celui-ci augmente d'une manière générale, et plus vite qu'il ne sert à la formation de la matière colorante.

Bien des observations tendent à montrer que le rougissement des feuilles ne commence que lorsque la quantité de tanin est assez considérable; elle se produit du côté exposé au soleil, côté également favorisé sous le rapport du tanin; on peut la provoquer artificiellement en empêchant l'écoulement du tanin par une incision annulaire.

Tout ce que nous venons de dire, ne nous éclaire pas sur l'origine exacte du tanin; l'auteur lui-même en est réduit à une hypothèse d'ailleurs assez vraisemblable, d'après laquelle le tanin serait un produit nécessaire de la synthèse des matières albuminoïdes.

Sur la voie suivie par la sève ascendante par M. R. Hartig. — Le cœur du bois ou duramen, même lorsqu'il est très chargé d'eau, est incapable de conduire ce liquide; les couches internes de l'aubier au contraire, du moins chez les vieux hêtres et bouleaux, peuvent à la rigueur devenir le siège du courant ascendant. Mais en temps ordinaire, ces couches jouent simplement le rôle de réservoir d'eau, cédant de l'eau aux couches externes, conductrices dans la

saison chaude, se remplissant de nouveau lorsque l'eau devient abondante. Chez les arbres feuillus la sève semble se mouvoir surtout dans les vaisseaux; ces éléments qui, par la largeur de leur cavité et la finesse de leur membrane, agissent défavorablement sur la pesanteur des bois, descendent des feuilles par la couche annuelle du bois correspondante jusqu'aux extrémités des racines. Le nombre des vaisseaux sera donc le même à tous les niveaux compris entre la couronne de l'arbre et le point où la racine commence à se ramifier. Si on ne considère qu'un anneau ligneux d'un hêtre de 150 ans, le même nombre des vaisseaux qui, au bout de l'arbre se trouvent répartis sur une surface de 14 centimètres carrés, seront disséminés à la base sur une surface de 40 centimètres carrés, puisque l'épaisseur de la couche annuelle augmente du sommet à la base. En bas on trouve 63 vaisseaux par millimètre carré, en haut 155. Le bois du sommet du tronc pèse 650 kilogr. tandis que celui de la base pèse 726 kilogr. par mètre cube. Dans la couronne, les vaisseaux diminuent à la fois en nombre et en largeur; en effet une partie des vaisseaux quitte le fût à chaque branche et le sommet reçoit une quantité relativement faible d'eau, le bois y devient donc plus dense.

Les vaisseaux ne diminuent pas dans la racine; au contraire les autres éléments diminuent plus vite qu'eux, de sorte que le bois y devient très léger et peut descendre à 400 kilogr. par mètre cube.

Toujours chez le hêtre, et dans un autre ordre d'idées, il a été constaté que la pesanteur de la nouvelle couche annuelle diminue avec l'âge de l'arbre, tandis que le nombre des vaisseaux s'accroît.

Ce fait s'explique facilement. L'accroissement de l'arbre se compose de l'accroissement en longueur et de celui en diamètre. Comme l'accroissement annuel total donne en quelque sorte la mesure du courant de transpiration, le nouvel anneau doit donc être construit de manière à conduire l'eau plus facilement que les anciens; les vaisseaux doivent y être plus nombreux, ce qui entraîne la diminution de la densité du bois. Le bois de hêtre formé pendant la dixième année pèse en effet 800 kilogr. par mètre cube, celui de la cent-cinquième année, à peine 600 kilogr.

Sur un hêtre de 30 à 60 ans coupé à hauteur d'appui, les vaisseaux occupent 16.4 p. 100 de la surface totale, tandis qu'ils occupent 40.7 p. 100 sur un hêtre de 120 à 150 ans.

Le courant se meut principalement dans les anneaux les plus jeunes de l'aubier. Si on augmente subitement la transpiration en isolant l'arbre ou, si, inversement on le diminue par l'élagage, on exercera immanquablement une influence considérable sur la richesse en vaisseaux des nouveaux anneaux ligneux.

On a compté par exemple 116,000 vaisseaux dans le dernier anneau d'un hêtre de 143 ans; les arbres ayant été abattus autour de ce hêtre, on a compté dans l'anneau suivant 260,000 vaisseaux. En revanche deux hêtres de 90 ans, fortement élagués ont donné du bois de 688 kilogr. par mètre cube au lieu de 664 kilogr. qu'on avait observés avant l'opération.

Si l'aubier conduisait la sève, on comprendrait difficilement qu'un changement de la grandeur de la transpiration s'exprimât si rapidement dans la structure de l'anneau ligneux suivant.

Sur le mode de formation de l'asparagine et sur les relations des matières ternaires avec la métamorphose des albuminoïdes dans l'organisme végétal, par M. E. SCHULZE[1]. — D'après une théorie émise par M. Pfeffer, l'asparagine ne s'accumule dans les tissus végétaux que lorsqu'ils manquent de matières ternaires. L'expérience n'a pas confirmé cette doctrine; on constate en effet souvent que dans certaines parties de la plante l'asparagine est accompagnée de grandes quantités d'hydrates de carbone. M. Borodin croyait avoir levé ces difficultés en admettant que tous les hydrates de carbone ne sont pas nécessairement aptes à régénérer les albuminoïdes avec l'asparagine, que cette propriété n'appartient peut-être qu'à la glucose, et que celle-ci elle-même ne pouvait servir à la reconstitution des corps albuminoïdes que lorsqu'elle n'était pas employée à quelque autre phénomène de métamorphose. Le même savant a démontré que l'asparagine se forme non seulement dans les graines des légumineuses en germination, mais qu'elle peut prendre naissance dans toute partie vivante de la plante.

De son côté, M. E. Schulze a trouvé l'asparagine accompagnée d'une quantité notable de glucose dans les tubercules de la pomme de terre pris avant la maturité, dans les pousses étiolées de la même plante, et dans de jeunes pieds de légumineuses. Comment l'asparagine peut-elle persister dans les tissus vivants à côté de la glucose? M. C. O. Müller, faisant un pas de plus que M. Borodin, pense que ce sont moins les produits de l'assimilation du carbone, c'est-à-dire les hydrates de carbone, que le phénomène de l'assimilation comme tel qui transforme l'asparagine en albumine, en d'autres termes que les hydrates de carbone ne sont propres à cette réaction qu'à l'état naissant. Le fait suivant s'accorde très bien avec cette manière de voir. L'auteur ayant recherché l'asparagine dans les différentes parties de jeunes pieds de luzerne, n'en a trouvé que des quantités très faibles dans les feuilles, siège principal de l'assimilation, et des quantités très fortes dans les tiges. M. Emmerling signale au contraire un fait opposé. Il a étudié la distribution des amides acides et d'autres corps azotés dans les différentes parties de la fève et il a vu que les amides acides se forment surtout dans les feuilles pour s'écouler de là dans les autres parties de la plante, notamment vers les graines; le lieu de production des amides serait donc précisément le tissu assimilateur et ces corps se transformeraient au contraire en albumine dans les parties où l'assimilation est nulle ou très restreinte.

Il importe de faire remarquer qu'on ne doit pas identifier purement et simplement les amides acides et l'asparagine : il est vrai qu'on penche en général à supposer que l'amide acide subit dans la métamorphose générale des principes immédiats le même sort que l'asparagine et la glutamine, mais cette supposition, qui ne repose sur aucune donnée exacte peut être erronée.

Selon toute apparence, il existe une relation entre l'accumulation des amides dans les jeunes plantes et l'abondance relative des matériaux de réserve ternaires, relation telle que, toutes choses étant égales d'ailleurs, la destruction des albuminoïdes avec formation d'amides est d'autant plus énergique qu'il existe moins de réserve non azotée dans la plantule.

1. *Landw. Jahrb.*, XVIII, 683-711. — *Biederm. Centralbl.*, XVIII, 173.

Cette conclusion, qui laisse entrevoir une analogie entre la métamorphose des principes immédiats des plantes et celle des animaux, s'accorde avec les résultats que MM. B. Schulze et Flechsig ont obtenus dans leurs recherches comparatives sur la formation des amides dans diverses graines germant à l'obscurité. Ces auteurs ont vu que les graines ne donnent pas des quantités d'amides proportionnelles aux matériaux de réserve azotés, mais qu'il intervient ici une qualité spécifique de la plante. Il est probable que cette qualité spécifique, conception bien obscure, repose sur la composition chimique des graines et particulièrement sur les quantités fort inégales de matières ternaires qu'elles renferment.

Après ces aperçus critiques, l'auteur croit pouvoir admettre que dans la jeune plante, les albuminoïdes se décomposent continuellement et que les produits azotés de la dissociation se régénèrent en albumine tant que les hydrates de carbone physiologiquement actifs s'y trouvent en quantité suffisante.

C'est, on le voit, l'opinion la plus généralement répandue depuis longtemps.

Si la molécule d'albumine donnait en se décomposant une quantité d'asparagine dépassant de beaucoup les quantités des autres matières azotées produites, on pourrait trouver dans le travail déjà mentionné de M. Müller des arguments contre cette hypothèse si simple; il faudrait faire entrer en ligne de compte non les hydrates de carbone, mais peut-être CHO, l'hydrate de carbone à l'état naissant. Mais tel n'est pas le cas. Les amides qui naissent en même temps que l'asparagine et la glutamine ne se trouvent effectivement qu'en petite quantité dans les tissus, mais rien ne prouve qu'ils se forment réellement en petites quantités, car ils peuvent se retransformer en albumine beaucoup plus rapidement que l'asparagine et la glutamine.

Nous possédons en effet aujourd'hui un certain nombre d'observations qui indiquent suffisamment que l'asparagine et les autres amides ne se comportent pas de la même manière. D'après M. Müller l'asparagine n'est ramenée à l'état d'albumine que par le travail assimilateur; d'après M. Emmerling les amides acides formés dans les feuilles sont transformés dans les graines en albumine, c'est-à-dire dans des conditions tout autres.

Dans les jeunes plantules l'asparagine provient indubitablement des albuminoïdes; cela ne veut pas dire qu'il ne puisse pas s'en former autrement, par exemple par synthèse à l'aide de matières ternaires et de l'azote inorganique. Il est en outre probable qu'il s'en forme également dans les parties vertes des plantes, l'expérience en ayant été faite sur le sarrasin. Ces mêmes parties vertes conservées à l'obscurité développent de l'asparagine en même temps qu'il se détruit de l'albumine. Cependant il est difficile de démontrer nettement que l'asparagine est l'un des produits de la décomposition des albuminoïdes, parce que les plantes renferment avant l'expérience des quantités notables des matières azotées non albuminoïdes.

Et même quand cela serait démontré, il ne serait nullement certain que l'asparagine est le produit direct du dédoublement de l'albumine, quoiqu'on obtienne de l'acide aspartique en décomposant artificiellement l'albumine par des agents chimiques. En effet dans cette décomposition artificielle, le rapport entre l'asparagine et les autres amides est loin d'être le même que dans le

corps de la plante. L'auteur explique cette contradiction apparente en disant : « Lorsque la molécule de l'albuminoïde se décompose dans l'organisme, les divers amides apparaissent en réalité dans les mêmes proportions qu'au dehors, mais nous ne pouvons pas constater par l'analyse le rapport véritable, parce que dans la plante qui croît et qui respire, les amides se transforment avec des vitesses inégales en albumine. Seuls les corps plus lentement utilisés dans cette métamorphose progressive s'accumulent dans les jeunes plantes. »

Les matières colorantes de la chlorophylle, par M. A. HANSEN[1]. — La chlorophylle brute renferme deux matières colorantes, une jaune et une verte. L'auteur croyait les avoir préparées toutes deux à l'état de pureté, mais il s'est convaincu que sa matière verte, ainsi que M. Tschirch l'avait reconnu, n'était qu'une combinaison de la matière colorante avec la soude : il a enfin réussi à l'extraire de la combinaison sodique dans un état de pureté satisfaisant.

Voici quelle est la marche à suivre si on veut préparer isolément les deux substances: on fait bouillir dans l'eau pendant un quart d'heure ou une demi-heure des feuilles de graminées, on les lave à plusieurs reprises avec de l'eau pure et on les sèche à l'obscurité.

La matière sèche est traitée par l'alcool bouillant qui en extrait les principes colorants; on saponifie cette solution en la faisant bouillir pendant trois heures avec un léger excès de soude caustique, on y fait passer un courant d'acide carbonique pour transformer la soude en carbonate et on évapore à siccité au bain-marie. Si on épuise ce savon par l'éther, on lui enlève la matière jaune, tandis que la matière verte, unie à la soude est insoluble dans l'éther. Le mélange de savons restant est à son tour épuisé par un mélange à parties égales d'alcool et d'éther qui ne dissout qu'une faible partie de la combinaison sodée de la matière verte. On ajoute un peu du même mélange d'alcool et d'éther au résidu et ensuite de l'acide phosphorique; la matière verte, mise en liberté passe immédiatement en solution. Il suffit d'évaporer cette solution pour obtenir la matière colorante verte sous la forme d'une masse solide, fragile, d'un noir verdâtre brillant, insoluble dans l'eau, la benzine, le sulfure de carbone, difficilement soluble dans l'éther pur, très soluble dans l'alcool. La solution alcoolique est d'un beau vert rouge lorsqu'elle est concentrée et présente une forte fluorescence.

La matière colorante jaune peut être extraite de la solution éthérée, dont il a été question, par évaporation et après reprise du résidu par un mélange à parties égales d'éther et d'éther du pétrole (huile légère ?) dans lequel elle cristallise. On fait cependant mieux de ne pas faire bouillir les feuilles dans l'eau, de les épuiser directement par l'alcool et de continuer le traitement comme ci-dessus. On obtient alors de très belles macles d'un rouge orangé, insolubles dans l'eau, mais solubles dans l'alcool, l'éther, le chloroforme et la benzine auxquels il communique une coloration jaune foncé, et dans le sulfure de carbone qui se colore en rouge brique. Ces cristaux se transformeraient à la lumière en cholestérine.

1. *Die Farbstoffe des Chlorophylls*, Darmstadt, 1889. — *Bot. Centralbl.*, XXXVIII, 632.

L'auteur s'occupe ensuite des relations entre la matière colorante jaune de la chlorophylle et les matières de même couleur qu'on rencontre dans un grand nombre de fleurs et de fruits. Toutes seraient identiques y compris même la matière rouge de la carotte.

Les spectres d'absorption des deux matières colorantes sont soigneusement étudiés. Il est inutile d'insister ici sur cette partie du travail, du moins pour ce qui concerne les rayons visibles; mais l'auteur étend ses recherches également aux rayons ultra rouges et ultra violets. Lorsqu'il s'agissait de l'ultra violet, il s'est servi comme source lumineuse de l'étincelle du zinc et du cadmium et il a projeté le spectre sur un écran enduit d'une couche de sulfate de quinine. La solution de la matière colorante jaune étant enfermée dans un vase en quartz, il suffisait d'intercaler ce vase dans le trajet des rayons lumineux pour déterminer, par l'extinction de la fluorescence du sulfate de quinine, quels sont les rayons absorbés par la matière. La matière verte, même en solution étendue absorbe totalement les rayons ultra-violets, tandis que la matière jaune en laisse passer une partie. Quant aux rayons ultra-rouges ils ont été rendus visibles par un écran recouvert d'une couche de la matière phosphorescente de Balmain, dont l'éclat augmente considérablement dans l'ultra rouge. La matière verte très concentrée n'affaiblit en rien les rayons ultra rouges, la matière jaune est en revanche un peu moins diathermane.

Sur la présence dans le trèfle rouge et dans la luzerne d'un hydrate de carbone insoluble donnant de l'acide mucique, par MM. SCHULZE et et E. STEIGER[1]. — M. A. Müntz, le premier, a extrait d'un végétal, des graines de luzerne, un hydrate de carbone, la galactine, qui se transforme en galactose quand on la chauffe avec les acides minéraux étendus et donne de l'acide mucique quand on l'oxyde par l'acide nitrique. Depuis, plusieurs auteurs se sont occupés des corps de ce groupe. La paragalactine, hydrate de carbone solide, a été trouvée par les auteurs de ce mémoire dans les graines du lupin jaune, où il fait partie des parois épaissies des cellules de l'endosperme[2]; des corps analogues ont été rencontrés en outre dans un grand nombre d'autres graines. Les auteurs se proposent de publier bientôt un travail à ce sujet, se bornant dans celui-ci à signaler la présence d'un hydrate de carbone insoluble et donnant de l'acide mucique, non-seulement dans les graines, mais dans les plantes de trèfle rouge et de luzerne. Deux cents grammes de trèfle rouge, séché à l'air, ont donné, après traitement convenable, 0 gr.779 d'acide mucique séché à 105° et fondant dans le tube capillaire à 211°.

Il est donc probable que l'extrait (par l'acide sulfurique à 2.5 p. 100, après séparation des corps gras, de l'amidon, des albuminoïdes et des matières solubles dans l'eau) renfermait de la galactose, qui seule parmi les glucoses donne de l'acide mucique avec l'acide nitrique. Mais comme on n'a retrouvé que 16.1 d'acide mucique p. 100 du sucre contenu dans l'extrait et que la galactose en fournit plus de 70 p. 100, il est évident qu'il devait y avoir en même temps d'autres sucres.

1. *Landw. Vers.-Stat.*, XXXVI, p. 9-13.
2. L'auteur veut dire sans doute « des cotylédons ».

Les luzernes en ont donné moins, 7.1 d'acide mucique p. 100 de sucre. Il existe donc dans ces plantes un hydrate de carbone insoluble dans l'eau et dans la lessive de potasse faible et froide et qui *probablement* donne de la galactose avec les acides étendus.

L'acide citrique dans le lait de vache, par M. F. SONLHET[1]. — Les recherches dont M. Sonhlet expose les résultats, ont été exécutées dans son laboratoire par M. Th. Hæckel.

L'acide citrique fait partie de la composition normale du lait de vache. L'analyse d'un grand nombre d'échantillons de provenances diverses a permis de trouver de 1gr 8 à 2gr 2 de citrate de chaux et 0gr 9 à 1gr 1 d'acide citrique dans un litre de lait. On peut donc dire qu'en moyenne 1 litre de lait renferme 1 gramme d'acide citrique, soit 1 p. 1000. Une bonne vache laitière fournit par jour autant d'acide citrique qu'il en existe dans deux ou trois citrons.

Les concrétions qu'on rencontre fréquemment dans le lait concentré sont du citrate de chaux presque pur. Le lait de femme n'en renferme presque pas. Il est possible que cette différence de composition existe d'une manière générale entre les laits des herbivores et des carnivores.

La découverte de l'acide citrique dans le lait comble une lacune regrettable. On sait en effet que le sérum du lait tient en solution une quantité de chaux plus élevée que celle qui ressortirait du rapport entre les acides minéraux et les bases; ce fait trouve donc aujourd'hui son explication naturelle.

L'acide citrique du lait provient sans aucun doute des aliments végétaux de la vache, soit que les fourrages secs ou verts en renferment une proportion plus ou moins forte, soit que cet acide en même temps que d'autres acides végétaux, apparaisse pendant la fermentation de la cellulose.

Recherches chimiques sur la germination du haricot, par M. A. MENOZZI[2]. — On a fait germer les graines dans une salle humide et à l'obscurité, pour étudier les jeunes plantes au bout de dix à douze jours. Le jus exprimé, bouilli et filtré a d'abord laisser déposer une grande quantité d'asparagine; on a pu en outre décéler les acides amido-valérianique et phénylamydopropionique, ce dernier plus abondant que le premier; les eaux mères évaporées ont donné un autre acide amide, peut-être de la brucine, en petite quantité. Il est probable qu'elles contenaient également de la xanthine et de l'hypoxanthine. Le sucre des jeunes plantes paraît être de la dextrose; le point de fusion de la combinaison de la phénylhydrazine était 205°. Les haricots ne renferment aucun de ces produits avant la germination.

La vanilline dans les graines du lupin blanc, par MM. CAMPANI et GRIMALDI[3]. — Lorsqu'on distille des graines de lupin avec de l'eau, le produit de la distillation dégage une forte odeur de vanille. On agite le liquide avec

1. *Wiener landwirthsch. Zeit.*, 1888, p. 401. — *Berichte der Gesellsch. f. Morphol. u. Physiol. zu München.* — *Biederm. Centralbl.* XVII p. 87.
2. *Chem. Centralbl.*, 1888, 377. — *Bierderm. Centralbl.*, XVII, 789.
3. *Chem. Centralbl.*, 1888, 377.

de l'éther, on évapore la solution éthérée qui laisse un résidu cristallin; on reprend celui-ci par l'éther : après une nouvelle évaporation on obtient des cristaux de vanilline pure.

Sur la durée de la faculté germinative des semences agricoles, par M. J. SAMEK[1]. — L'auteur détermine la faculté germinative après 1-5 ans, les semences ayant été conservées dans des sachets de papier et dans un local sec et chauffé en hiver. Quelques chiffres feront voir combien la diminution de la faculté germinative varie d'une espèce à l'autre. Ces chiffres expriment le nombre de semences levées sur 100 semences mises à l'essai; le premier chiffre, au bout d'un an, le deuxième au bout de deux ans, etc.

Les nombres mis entre parenthèses exprime la diminution (p. 100) de la faculté germinative après 5 années de conservation.

Trèfle rouge, 95, 96, 95, 89, 82; autre échantillon, 85, 83, 81, 80, 65, (18); trèfle hybride, 73, 64, 51, 37, 15, (79); trèfle blanc, 74, 72, 63, 52, 50, (32); sainfoin, 87, 92, 78, 61, 54, (35); luzerne, 98, 95, 98, 81, 79, (23); avoine élevée, 70, 66, 59, 43, 24; autre échantillon, 92, 91, 87, 77, 66, (31); ray-grass, anglais, 73, 80, 75, 66, 41, (51); ray-grass d'Italie, 74, 68, 70, 60, 55, (38); fétuque des prés, 72, 66, 61, 55, 32, (40); vulpin, 13, 8, 8, 6, 5, (38); fléole, 96, 93, 92, 88, 81, (9); dactyle, 41, 47, 44 44, 38, (7), paturin des prés, 28, 16, 17, 17, 16, (43).

Nous n'avons pas reproduit toutes les séries, de sorte que le chiffre entre parenthèses qui est une moyenne, ne se trouve pas toujours d'accord avec les autres.

D'autres expériences ont été faites sur des céréales très pures, bien mûres, et conservées pendant onze ans dans des bocaux de verre.

Maïs de Padoue, 56; avoine, 25; orge, 28; blé, 0; seigle, 0; lin, 0; luzerne, 60.

Que devient le blé des Pyramides?

Contributions à l'histoire des maladies infectieuses des animaux inférieurs et des plantes, par M. ZOPF[2]. — Nous n'extrayons de ce travail très important et riche en faits nouveaux et surprenants qu'un paragraphe qui intéresse plus particulièrement l'agriculture.

Un champignon saprophyte l'*Arthrobotrys oligospora* étant élevé de spores dans un substratum pauvre en azote, développe des rameaux mycéliens courts et arqués s'anastomosant entre eux et formant ainsi des lacets ou des œillets de différentes largeurs. Si à une culture semblable on ajoute des anguillules du blé (*Tylenchus scandens*), on voit, au bout de peu de temps, qu'un grand nombre de ces animaux se prennent dans les lacets de l'*Arthrobotrys* qui les retiennent solidement grâce à leur élasticité. Le champignon pousse alors des ramifications qui attaquent l'animal vivant et qui se développent avec une rapidité telle qu'en dix heures l'anguillule peut être traversée par le mycélium sur toute sa longueur. Tous les organes intérieurs sont détruits; il

1. *Tiroler landw. Blätter*, VII, 1-3. *Biederm. Centralbl.*, XVIII, 285.

2. *Nova Acta de K. K. Leop. Carol Deutsch. Akad der Naturf.*, LII, N° 7, 67 p. et 7 pl. 1888. — *Bot. Centralbl.*, XXXVIII, 641.

se présente d'abord une dégénérescence graisseuse (c'est la première fois qu'on voit la dégénérescence graisseuse comme suite immédiate de l'invasion d'un champignon); la graisse formée sert d'aliment au champignon et disparaît complètement; enfin les hyphes se font jour à travers le tégument, peuvent former de nouveaux lacets, captiver de nouvelles anguillules et produire leurs conidies.

Le *Tylenchus scandens* n'est pas la seule anguillule qui devienne la proie de ce champignon; d'autres mématodes vivant dans le fumier, dans la vase et dans l'eau sont en effet dans le même cas. L'auteur soupçonne même l'*Hetérodera Schachtii*, la nématode de la betterave, de trouver un ennemi redoutable dans l'*Arthrobotrys*.

VARIÉTÉS

Congrès de l'Association française pour l'avancement des sciences, tenu à Paris en 1889.

La section d'agronomie du Congrès pour l'avancement des sciences avait nommé à Oran, en 1888, comme président pour 1889, M. Lecouteux directeur du journal d'*Agriculture pratique* et professeur au Conservatoire; la maladie a empêché M. Lecouteux de remplir ses fonctions; la section a nommé vice-présidents MM. Dehérain et de Llaurado ingénieur forestier espagnol. M. Magnien, professeur départemental de la Côte-d'Or, a rempli les fonctions de secrétaire pendant les premières séances, M. Ladureau, directeur du laboratoire central d'analyses agricoles, pour les dernières.

La section a entendu des communications fort importantes des deux vice-présidents MM. Dehérain et de Llaurado, de MM. Sagnier, directeur du *Journal de l'agriculture*, Xambeu, Bernard professeur à l'École de Cluny, Laliman de Bordeaux, Ladureau, Mer, inspecteur des forêts etc.

Le Congrès s'est terminé par un banquet au restaurant d'Alsace-Lorraine sur la tour Eiffel; on y a entendu outre un excellent discours du président pour 1889, M. de Lacaze Duthiers, des toasts des délégués suisses, russes, italiens, espagnols, etc., et entre autres quelques paroles chaleureuses de M. Van Beneden, le vénérable et illustre savant de Louvain (Belgique), qui a rappelé qu'il avait fait ses études en France. On a constaté une fois de plus que notre patrie, en suspicion par presque tous les gouvernements de l'Europe, compte, dans les classes éclairées de tous les pays, de nombreux amis.

Le Congrès se réunira à Limoges en 1890, sous la présidence de M. Cornu, membre de l'Institut, professeur à l'École polytechnique et en 1891, à Marseille, sous la présidence de M. P.-P. Dehérain, membre de l'Institut, professeur au Muséum.

Le Gérant : G. Masson.

3795. — Motteroz. — Imprimeries réunies, B, rue Mignon, 2.

LES
OASIS DU SUD DE LA PROVINCE DE CONSTANTINE
ET LA CULTURE DU DATTIER

PAR

J. DYBOWSKI

Maître de conférence à l'École nationale d'agriculture de Grignon.

Grâce à la facilité des moyens actuels de transport, on peut, partant de Paris, être, après quatre jours de voyage, rendu à Biskra. On a ainsi franchi sans s'y arrêter toute cette belle région du littoral algérien qui, sous l'influence des efforts tentés, prend chaque jour un aspect plus prospère, plus vivant. Mais l'on est bien dédommagé de ce que l'on n'a pas vu par ce qui reste à voir.

Brusquement, on s'en aperçoit en regardant le paysage que traverse le chemin de fer, tout a changé. Ce ne sont plus au printemps, ces vastes plaines aux abondants pâturages, ni ces coteaux plantés de vignes ou ces sites tourmentés et superbes des monts Atlas. Biskra est déjà une oasis, c'est-à-dire un îlot fertile au milieu de la mer de sable qui commence, dont le chemin de fer a franchi déjà quelques kilomètres et qui, s'étendant à l'infini vers le sud, constitue le Sahara, la région du grand désert encore plein de mystères pour nous autres Européens.

Déjà à El Kantara, qui est à 60 kilomètres au nord de Biskra, il y a d'abondantes plantations de dattiers. Mais ni El Kantara ni Biskra ne peuvent être, à proprement parler, considérés comme des oasis produisant des dattes de belle qualité. Les fruits y mûrissent, mais n'acquièrent pas toute la valeur qu'ont les dattes du sud.

Au sud-ouest de Biskra, sur la piste des caravanes qui vont vers Bou Saada et les Ouled Djellal, adossé aux derniers contreforts de l'Atlas dans les Zibans, s'égrène tout un long chapelet d'oasis d'une très grande fertilité. Ce sont : Tolga, Lichana, Bou-Chagroun, Fougala, El Amri; là la culture des dattiers commence à prendre un intérêt réel car les fruits arrivent à parfaite maturité et prennent, pour certaines variétés du moins, une complète valeur marchande.

Mais ces belles dattes transparentes qui sont tant demandées

par le commerce européen n'acquièrent toute leur valeur que dans des régions plus chaudes encore.

Ce n'est qu'à une centaine de kilomètres de Biskra à partir du voisinage du grand Chott Melrir que commence la vraie région du dattier, et encore faut-il faire une distinction au point de vue agricole entre cette région et l'extrême sud, Touggourt et El Oued, d'où viennent les fruits les plus estimés.

Nous établirons donc pour toute cette contrée trois régions que nous désignerons par le nom des principales oasis que l'on y trouve.

La première, la plus au nord, sera celle de Biskra et des Zibans.

La seconde, région moyenne, celle de Mraïer et d'Ourlana.

La troisième enfin, de l'extrême sud, de Touggourt et du Souf.

La division en ces trois régions s'impose, car les moyens d'action, les conditions climatériques et météorologiques diffèrent totalement. Il en résulte nécessairement que les cultures, elles aussi, sont différentes.

Mais avant d'examiner chacune de ces régions et d'indiquer les particularités qui s'y rattachent, il importe de faire une étude au moins sommaire du dattier, de l'arbre qui est la principale ressource, quelquefois même la seule, dont on dispose pour tirer parti du sol.

Le dattier subvient à tous les besoins de l'Arabe du sud. Dans ces villages du désert, perdus au milieu de ces immenses plaines de sable qui ne produisent rien, on est quelque peu surpris de voir à combien d'applications multiples se prête cet arbre bienfaisant.

Enclos par des murs de boue argileuse séchée simplement au soleil, les villages sont souvent fermés par une porte, close pour la nuit. Cette porte lourde et massive est faite de troncs de palmiers débités en poutres épaisses d'un décimètre et qui sont jointes les unes aux autres par des mortaises dans lesquelles sont enchâssés des rachis de feuilles de ce même dattier. Dans l'intérieur des habitations construites, elles aussi, en boue séchée et qui résistent un certain nombre d'années pour la seule raison qu'il ne pleut à peu près jamais dans cette région, l'aire de la pièce unique est recouverte d'une sorte de natte en feuilles de dattier. C'est encore avec ces feuilles que l'on tresse des éventails, des cordes grossières et

aussi de petits vases d'un tissu tellement serré qu'ils ne laissent pas passer l'eau.

Le dattier fournit à l'arabe sa principale nourriture, la datte qui est souvent le seul aliment auquel il soit réduit pendant ses longues pérégrinations à travers le désert. Le bourgeon terminal incisé laisse écouler une sève abondante connue des Arabes sous le nom de *lagmi*, qu'ils boivent soit à l'état frais soit fermentée.

Sans insister davantage sur tous ces usages accessoires qui montrent cependant combien sont faibles, dans l'état actuel, les ressources qu'offre cette région désertique et à combien d'usages multiples peut par contre se prêter cet arbre précieux, il convient d'étudier avec quelques détails la culture de ce dattier.

PREMIÈRE PARTIE

LE DATTIER

L'arbre auquel on donne ce nom, appartient à la famille des Palmiers et au genre *Phenix*, c'est le *Phenix dactilifera*.

C'est une plante dioïque, c'est-à-dire qu'il y a des pieds mâles et des pieds femelles. Cette dioïcité est d'ailleurs très nette et l'on ne voit jamais des pieds mâles, appelés *dokar* par les indigènes, porter le moindre fruit, ce qui montre qu'il ne s'y produit pas de fleurs hermaphrodites pas plus qu'il n'y a d'étamine chez les fleurs femelles.

C'est un arbre majestueux pouvant atteindre jusqu'à quinze à dix-huit mètres de haut portant de longues feuilles formées d'un rachis solide atteignant jusqu'à cinq à six mètres de long et muni d'abondantes folioles qui ne se détachent pas du rachis, lors de la dessiccation. Ces folioles sont tantôt toutes dans un même plan tantôt au contraire elles se déjettent alternativement en haut ou en bas, ce qui leur donne l'aspect d'une insertion sur quatre rangs. La position, la couleur plus ou moins glauque, la forme plus ou moins infléchie du rachis sont autant de caractères qui permettent à un œil exercé de reconnaître bon nombre de variétés de dattier alors même qu'il est jeune et qu'il ne fructifie pas encore.

On a souvent dit que le dattier est un arbre à tronc simple. C'est une erreur. Le dattier est rendu à tige simple par la culture. Nor-

malement il se ramifie. Il existe dans l'oasis de Biskra un superbe dattier mâle qui possède six têtes, égales de vigueur. Dans la culture souvent les palmiers émettent de ces rameaux latéraux que l'on nomme *rkab* et que l'on retranche dès leur apparition.

En dehors de ces ramifications aériennes les dattiers émettent d'abondants rameaux à l'aisselle des feuilles inférieures si bien que si l'on n'intervient, bientôt un pied forme une vaste cépée dans laquelle la tige principale perd même quelquefois sa prépondérance. On donne à ces rameaux inférieurs, qui, à cause de leur proximité du sol, s'y fixent par des racines adventives, le nom de *djabar*. Ceux-ci se produisent pendant tout le jeune âge du dattier. Quand le stipe commence à se former, que la base se dénude de feuilles, les djabars cessent de se montrer.

Les folioles sont diversement rigides; quelquefois dures, sans inflexion, terminées même par une pointe piquante; elles sont au contraire molles et infléchies chez d'autres variétés. Le plus souvent les folioles de la base du rachis sont plus dures, plus courtes aussi que celles de la partie moyenne et terminale de la feuille; elles sont dans certaines variétés suffisamment aiguës et rigides pour pouvoir servir de sorte de grandes aiguilles dont les Arabes se servent pour coudre les toiles grossières.

Ces feuilles s'insèrent par une très large base épaisse. Normalement elles ne tombent que très longtemps après s'être desséchées. Dans la culture on les coupe ne laissant sur le stipe que la base d'insertion que les Arabes détachent pour s'en servir comme de combustible. La base de ces feuilles est entourée d'une bourre appelée *liff* qui sert à confectionner des cordages et une foule d'objets tressés.

Les fleurs, quand la plante est issue de graines, ne se montrent que vers la dixième année; lorsqu'au contraire la plante est multipliée par éclats, comme cela a généralement lieu dans la culture, elle apparaît dès la troisième ou la quatrième année après la plantation. Ces fleurs ont des caractères communs à un certain nombre d'autres palmiers. Elles sont, dans le jeune âge, renfermées dans une spathe brune qui s'ouvre sur un des côtés et dont bientôt les fleurs portées sur de longs axes, pourront s'échapper.

Quand les fleurs femelles ont été fécondées, elles donnent naissance à un fruit qui est une drupe allongée renfermant un noyau unique creusé dans toute sa longueur d'un sillon profond. Au centre

d'un albumen corné est logé, implanté transversalement, un petit embryon monocotylédoné qui offre une structure assez particulière, sa feuille cotylédonaire prenant la forme d'un petit chapeau qui recouvre les autres parties de l'embryon.

Le sort du péricarpe est divers suivant les variétés de dattes. Dans tous les cas il se gorge d'amidon et de matières sucrées, mais suivant que l'une ou l'autre de ces deux substances prédomine, la datte reste sèche ou devient, lors de la complète maturité, visqueuse, translucide et très sucrée.

Le noyau n'est jamais adhérent au péricarpe, l'endocarpe restant toujours papyracé. Extrêmement mince dans les variétés sucrées, il se détache, au contraire, en une pellicule blanche dans celle dont le fruit est sec.

Lorsque la fécondation n'a pas eu lieu, la datte peut se former néanmoins, mais le fruit reste petit, impropre à la consommation et seul le péricarpe se développe. De semblables formations de fruits stériles s'observent chez tous nos arbres fruitiers.

Variétés. — Le dattier est un arbre éminemment variable dans son aspect général, dans sa rusticité et aussi, comme nous l'avons fait voir, dans la forme, la dimension, la manière d'être de ses feuilles et de ses fruits. Les Arabes distinguent un nombre infini de variétés mais celles-ci n'ont pas toutes une importance égale, tant s'en faut. Dans la région de l'Oued-Rirh il n'y a pas plus d'une dizaine de variétés couramment cultivées et encore parmi celles-ci il en est de plus importantes les unes que les autres. On les distingue en dattes molles et en dattes sèches. Voici les principales :

Datte Deglet-Nour. — De toutes les variétés c'est assurément celle qui offre le plus d'intérêt à notre point de vue européen. C'est la date de luxe, la seule à peu près qui donne lieu à un commerce d'exportation.

L'arbre est relativement délicat; il ne mûrit bien ses fruits que dans la région du sud, c'est-à-dire à partir du chott Melrirh et encore les plus beaux fruits viennent-ils de Touggourt et du Souf. A Biskra les fruits produits par cette variété sont de qualité inférieure.

Sa croissance est plus lente que celle des autres variétés; sa fructification plus tardive. On ne peut guère compter avoir de beaux fruits qu'après huit à dix ans de plantation.

Cette variété se reconnaît de prime abord par son feuillage dressé, ses feuilles à rachis d'un faible diamètre portant des folioles fines,

longues, d'un vert glauque. Ce sont ces folioles que l'on utilise pour tresser les objets fins.

Les fruits sont régulièrement allongés. Leur longueur est d'environ quatre à cinq centimètres. La pulpe est complètement translucide lors de la complète maturité; elle est très sucrée. La conservation de ce fruit est de courte durée et la fermentation s'établit de bonne heure. Le noyau est allongé, peu épais, le plus souvent lisse dans les beaux fruits, marqué au contraire de sillons transversaux dans ceux mal formés. La cupule calicinale est arrondie et le fruit est légèrement rétréci vers cette partie.

Datte Rhars. — Cette variété qui fournit une datte molle très recherchée dans la consommation courante se distingue nettement, dès l'abord, de la précédente.

L'arbre est vigoureux. La fructification est hâtive et se produit dès la troisième ou la quatrième année après la plantation. Ce qui fait facilement reconnaître les Rhars, c'est leur aspect robuste dû à des feuilles abondantes, à gros rachis, portant de nombreuses et larges folioles. Celles-ci semblent être disposées sur quatre rangs, car tandis que les unes se déjettent vers la partie supérieure, les autres, alternativement, se rabattent en dehors. La feuille tout entière s'infléchit en une courbe gracieuse vers le sol, en même temps le rachis se tord légèrement sur lui-même ce qui donne aux folioles une position verticale.

Le fruit plus petit que celui de la précédente variété est d'un brun rougeâtre. Le noyau est raccourci aux deux extrémités atténuées. La cupule n'est pas adhérente.

Cette datte est complètement molle, elle est surtout destinée à la consommation indigène. On lui fait subir une préparation spéciale dans le but de lui faire perdre son excès de sucre. Dès que les fruits sont complètement mûrs, on range les régimes sur des claies faites en rachis de palmiers et placées au-dessus d'une petite fosse creusée à même le sol. Il s'écoule de ces fruits un sirop épais, comparable à du miel. Les indigènes le recueillent et le consomment.

Soumis à la fermentation puis à la distillation ce sirop fournit un alcool de très bonne qualité. Mais il n'y a pas grand intérêt à séparer ainsi l'excès de matière sucrée et l'on peut simplement presser ces dattes pour en faire des pains qui ne fermentent pas quand ils sont bien comprimés. Ils servent surtout à la consomma-

tion indigène; on les voit quelquefois cependant venir jusque sur nos marchés européens.

Cette préparation était d'ailleurs autrefois appliquée aussi aux dattes deglet-nour et ce n'est que depuis que celles-ci sont demandées par le commerce d'exportation qu'on les laisse sans les comprimer dans des peaux de boucs ainsi qu'on le fait souvent pour le Rhars.

Datte Hamraïa.—Cette variété se distingue de toutes les autres, par son fruit. Celui-ci est à demi sec, long de quatre centimètres, d'un brun rouge foncé, finement ridé lors de la complète maturité, quelquefois à demi translucide, régulièrement terminé à la base et au sommet. La chair sucrée est peu épaisse. Le noyau est enveloppé d'une pellicule blanche qui se détache facilement; il est terminé en pointe à la base.

Cette datte est généralement consommée sur place par les indigènes. On la vend abondamment sur les marchés de Biskra et de Touggourt.

Datte Degla-Beida. — Fruit complètement sec restant lisse ou relevé de quelques côtes peu saillantes. Généralement insymétrique à la base, d'un jaune brunâtre. Noyau volumineux à sillon profond marqué de fronces sur les bords à la façon d'un pain fendu. La pellicule n'est pas adhérente au noyau.

La cupule est réfléchie et enfoncée dans la dépression de la base du fruit. Elle se détache souvent spontanément et le fruit en est dépourvu généralement. Cette variété donne lieu à un important commerce, elle sert d'aliment aux caravanes. Le fruit est de conservation indéfinie.

Datte Haloua. — Variété de fruits demi-transparents, sucrés, de trois centimètres environ de longueur. Noyau remplissant complètement la cavité à pellicule non adhérente, creusé d'un sillon profond.

Cupule adhérente d'une façon à peu près constante.

Datte Mekentichi-Degla. — La plus sèche de toutes les variétés cultivées, peu sucrée, dure, non translucide. Moyenne grosseur, ridée, relevée de côtes sinueuses et saillantes.

Pellicule interne épaisse, à demi adhérente au noyau terminé en pointe et ridé, chagriné à sa partie basilaire.

La cupule n'adhère pas au fruit, lequel est de petite dimension.

C'est une datte que consomment les caravanes des nomades. Elle est de conservation indéfinie.

Le sol.— Le dattier est fort peu exigeant quant à la nature et à la qualité du sol dans lequel il peut venir. On se figure assez généralement que l'existence d'une oasis dans la région désertique est due à une nature de terrain spéciale qui permet la culture, tandis que le sol environnant y est impropre. Il n'en est rien. La création de l'oasis tient exclusivement à la présence de l'eau amenée à la surface du sol par des causes naturelles ou artificielles.

Le terrain vierge du sud constantinois prend des aspects différents suivant les régions que l'on traverse. Celui qui domine est constitué par un sable mouvant à la surface et reposant sur un sous-sol siliceux. C'est ce que les Arabes appellent un terrain de *nebka*. Quand on traverse ces plaines immenses, le pas du chameau y laisse une empreinte profonde, et crée, derrière la caravane qui passe, un sillage analogue à celui qu'on laisse en traversant une plaine couverte de neige. C'est ce sable qui soulevé en nuages compacts par le vent violent va, en l'espace de quelques heures, constituer des dunes de dimension variable et qu'un nouveau coup de vent pourra déplacer encore.

Souvent ce sable est occupé par une végétation spéciale. Ce sont des plantes buissonnantes appartenant à des familles diverses :

Ces plantes ont une façon très particulière de végéter. La graine transportée par le vent s'attache au sol, et recouverte de sable elle trouve des conditions suffisantes pour pouvoir germer. Elle pousse ; mais bientôt un nouvel ensablement vient la recouvrir et oblige ses rameaux de s'allonger pour traverser cette couche de sable.

Le plus souvent dès que ces rameaux émergent au-dessus du sable, le chameau, ce grand dévastateur, passe et broute les sommets herbacés. Ainsi traitée la plante se ramifie et sans cesse recouverte de sable elle s'élève peu à peu formant des sortes de vastes taupinières hautes de 0m80 à 1 mètre au-dessus desquelles ses rameaux émergent. Cela donne à certaines parties du désert un aspect très particulier, presque verdoyant.

Ce terrain est très propre à la plantation du dattier qui y prospère. Sa mise en culture nécessite un défrichement. Les Arabes recherchent beaucoup ces sortes d'arbustes qui constituent le seul bois qu'ils aient à leur disposition pour faire cuire leurs aliments. Ces broussailles tordues, inégales, se vendent relativement cher sur le marché de Biskra et de Touggourt.

Là où le vent souffle avec plus d'intensité, le sable devient plus

mouvant, les dunes plus fortes, la végétation spontanée disparaît presque totalement mais le sol n'en devient pas moins très propre à la culture du dattier. Témoin la région du Souf, où les dunes de sable dominent.

Dans d'autres parties du désert le terrain change totalement. Le sol est ferme, il résonne, comme caverné, sous le sabot des chevaux; sa surface balayée par le vent est dure. Les caravanes n'y laissent aucun sillage indiquant leur passage ; seules de distance en distance quelques carcasses de chameaux, décharnées par les chacals et blanchies par le temps, semblent servir de bornes indiquant la route. Ce terrain est essentiellement gypseux. Le sulfate de chaux apparaît souvent cristallisé à la surface du sol. Les Arabes en font un plâtre de très bonne qualité. Ce terrain est absolument impropre à la culture du dattier. Dans les essais qui ont été tentés sur de semblables terres l'insuccès a été complet.

Reste enfin la terre des chotts qui s'étendent sur des surfaces considérables, dans la partie moyenne de l'Oued Rirh. C'est là que devait aboutir la région de la mer intérieure. Une partie de ce terrain est submergée seulement pendant la période hivernale. Dès avril elle se dessèche laissant sur le sol des cristallisations salines abondantes qui donnent de loin l'aspect de grandes nappes d'eau souvent mêmes de mers indéfinies, et sur lesquelles se produisent à l'état presque constant d'admirables effets de mirage.

La grève recouverte de vase limoneuse qui forme ce sol, convient, à la condition d'être assainie par un drainage, à la plantation du dattier.

En effet le sel contenu dans tous les terrains désertiques ne semble nullement nuire à la bonne venue des dattiers. Nous avons rapporté des échantillons des différentes régions. Nous donnons ci-contre les résultats des analyses faites à Grignon par les soins de M. Paturel chimiste de la station agronomique.

Analyses de terres à dattiers

Les dosages ont porté sur 7 échantillons.

N° 1. — Chriat Tigounine (Ourlana). Terre du niveau du sol ancien, avant la formation des dunes.

N° 2. — Talamonidi (Ourlana). Terre superficielle non fumée.

N° 3. — Chriat Sahia (Ourlana). Terre superficielle non fumée.

N° 4. — Jardin B'da Ali-Bey. Oasis (Ourlana). Terre superficielle non fumée.

N°. 5. — Chriat Tigounine (Ourlana). Sable superficiel des dunes.

N° 6. — Les Zibans. El-Amri. Terre non fumée.

N° 7. — Section de Biskra. Échantillon de la terre du sous-sol d'un jardin de Biskra.

Les recherches exécutées sur ces terres sont de deux sortes : on a dosé d'abord les matières solubles dans l'eau à froid, et le chlore contenu dans cette eau ; ensuite on a fait l'analyse chimique, c'est-à-dire les dosages d'azote, d'acide phosphorique et de potasse.

Dosage des matières solubles dans l'eau. — On opère sur 250 grammes de chacune des terres, et on les introduit dans un ballon jaugé de 1,000^{cc}. On ajoute peu à peu de l'eau distillée, en agitant, et on constate, après avoir complété jusqu'au trait, qu'on a introduit en tout, dans chacun des ballons, 900^{cc} d'eau. Donc, on peut, en opérant un dosage sur une partie aliquote de liquide filtré, rapporter le chiffre obtenu à 900^{cc}, c'est-à-dire à 250 grammes de terre, et par suite à 1 kilogramme. On filtre après 24 heures, et on dose l'extrait sec sur 100^{cc} de chacun des liquides, comme on l'a déjà fait pour les eaux. On dose le chlore sur 40^{cc} de liquide. Les résultats sont rapportés d'abord à 900^{cc} puis à 1 kilogramme de terre ; ils sont consignés dans le tableau suivant :

	RÉSIDU SEC PAR KILOGRAMME.	CHLORE PAR KILOGRAMME.
	gr.	
1	15.30	2.90
2	22.96	4.50
3	19.80	3.96
4	31.32	9.22
5	10.08	0.91
6	21.96	3.90
7	17.64	4.03

Analyses chimiques des terres. — Les dosages ont porté sur les terres desséchées à 110°. L'azote a été dosé sur 50 grammes, l'acide phosphorique et la potasse sur 50 grammes. Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau suivant :

	AZOTE PAR KILOGRAMME.	ACIDE PHOSPHORIQUE PAR KILOGRAMME.	POTASSE PAR KILOGRAMME.
	gr.	gr.	
1	0.27	0.12	0.78
2	0.15	0.08	0.93
3	0.12	0.08	0.82
4	0.22	0.16	1.45
5	0.09	Traces.	0.66
6	0.48	0.97	1.83
7	1.28	1.72	2.40

La teneur considérable en sels divers qu'accuse chacune de ces terres nous montre que ces substances n'influent nullement sur la végétation des dattiers, puisque certaines de ces terres ont été prises dans les oasis mêmes. Mais il y a peu de plantes qui soient à cet égard aussi indifférentes que les dattiers, et lors de la création d'une oasis, avant que le sol ne soit dessalé par une longue irrigation, fort peu d'autres cultures réussissent.

Ce qui frappe surtout, c'est la quantité excessivement faible d'azote que contiennent ces terres. Plusieurs, qui sont cependant en pleine culture et en plein rapport, n'accusent, pourrait-on dire, que des traces d'azote. Cependant le dattier y prospère. La raison doit en être dans ce que son enracinement est extrêmement puissant et que les racines nombreuses vont dans tous les sens rechercher les substances utiles. Cependant le dattier n'est pas insensible à la fumure, tant s'en faut, puisque, dans les terres de Biskra, les dattiers prospèrent avec une très grande vigueur à cause de la fertilité du sol et bien que le climat ne se montre pas aussi propre à la croissance de l'arbre et à la maturation du fruit que dans la région plus chaude.

Il en résulte qu'il y aurait grand intérêt à fumer les dattiers et à fournir au sol l'élément azoté ainsi que l'acide phosphorique qui font défaut, mais il est fort difficile de se procurer dans les oasis les engrais nécessaires à l'amélioration du sol.

En effet, le bétail consiste exclusivement en chèvres qui vivent en liberté, auxquelles on ne donne aucune litière et qui par conséquent ne fournissent pas de fumier que l'on puisse recueillir. Le chameau vit lui aussi constamment dehors.

Cette nécessité de se procurer de l'engrais devra forcément conduire à des modifications profondes dans l'état économique de cette région.

Multiplication du dattier

Il existe dans les cultures, avons-nous dit, un nombre très considérable de variétés de dattiers, ce qui nous montre combien la plante est peu fixe et sujette à modifier sa manière d'être, et cela sous l'influence de causes dont nous découvrons les effets sans en pouvoir déterminer la nature.

Il résulte de cette instabilité qu'il y a quelque danger, au point de vue du succès de l'entreprise, à multiplier le dattier au moyen de ces graines qu'il fournit si abondantes et qui germent avec la plus grande facilité. Les arbres que l'on obtiendrait ainsi seraient de toutes sortes de variétés et le produit ne saurait dans ce cas correspondre aux exigences commerciales.

Un autre inconvénient, résultat de la multiplication par semis, est que le dattier étant dioïque, il se produit un nombre très considérable de pieds mâles dont l'utilité est limitée aux seules fonctions de fécondation.

Cependant il serait éminemment utile d'entreprendre des semis méthodiques en vue de profiter de cette variabilité même, pour arriver à créer des variétés meilleures encore que celles que l'on possède déjà. Dans l'état actuel la variété Deglet-Nour est hors de pair et les produits qu'elle donne sont infiniment supérieurs à ceux de toute autre variété. Tout porte à croire que l'on obtiendrait des variétés meilleures encore à la condition d'appliquer à la multiplication une méthode rationnelle.

Quand on pratique des semis on les effectue avec des graines quelconques prises tout au plus sur quelques bonnes variétés. On n'est cependant pas en droit de déduire, de ce que même les graines

auraient été fournies par des fruits de bonne qualité, que la descendance devra perpétuer les vertus de ces fruits. En effet dans la fructification, le pied femelle n'entre que pour la moitié de la fonction, le pied mâle jouant un rôle aussi important quant à l'influence qu'il exerce sur la descendance. La sélection ne devrait donc pas seulement porter sur la qualité du fruit mais aussi sur celle du pied mâle qui a fourni le pollen.

Or, nous l'avons dit, il y a des caractères végétatifs qui permettent de reconnaître une plante de bonne qualité d'une autre moins estimée. La forme, la dimension, la coloration des feuilles sont autant d'indications dont il faudrait tenir compte pour employer le dokar chargé de féconder les pieds femelles en vue du semis. La qualité de ces dokars n'influera nullement sur la production directe du fruit mais elle se répercutera d'une façon sensible sur sa descendance.

C'est donc une erreur absolue que de faire des semis à l'aide de graines récoltées même dans les meilleurs fruits, si ceux-ci n'ont pas été produits par la fécondation d'un pied mâle de bonne qualité. On a moitié moins de chance que lorsque la plante issue est de bonne variété.

En appliquant une sélection sévère, il n'est pas douteux que l'on n'arrive rapidement à perfectionner les dattes de commerce et à rendre ces fruits plus gros et meilleurs encore que ne le sont les variétés les plus recommandables.

Les indigènes désignent sous le nom de *Deguel* tous les dattiers issus de graines et non rangés dans les variétés connues ; ils les cultivent rarement.

Ces plantes semis ne fleurissent que fort tard ; ordinairement la floraison n'a lieu que vers la dixième année. Il s'ensuit que les opérations de sélection constitueraient un travail de longue haleine, ce qui n'est nullement une raison pour ne les point entreprendre.

Il résulte de ces considérations que le semis ne peut être utilisé que dans le seul but de rechercher des variétés nouvelles et de meilleure qualité. Le semis aurait, comme nous l'avons dit, le double inconvénient, dans une exploitation commerciale, de fournir des produits inconstants et aléatoires, et de plus d'exiger une longue attente.

On est donc obligé de recourir aux moyens artificiels de multi-

plication. Il n'y a pas à songer au greffage puisque cette opération ne peut, pour des raisons d'un ordre anatomique, réussir chez les monocotylédones. Le seul moyen employé est celui qui consiste à utiliser les drageons que les dattiers émettent en abondance pendant le jeune âge. Ces rameaux latéraux auxquels les indigènes donnent le nom de *djabar* se développent abondants chez certaines variétés. Dans la culture on est obligé de les détacher sous peine de les voir prendre un tel développement que la croissance du pied mère en souffrirait bientôt. On ne les détache cependant que lorsqu'ils ont acquis un développement suffisant pour pouvoir être plantés. Ils n'acquièrent ce développement qu'après un temps qui varie suivant la vigueur de la plante-mère, vigueur qui est souvent dépendante de la variété cultivée. C'est ainsi que les Deglet-Nour ne donnent que des drageons peu vigoureux et peu abondants, tandis que les Rhars en fournissent un grand nombre et qui se développent vite.

En général on préfère les gros djabars à ceux de petite dimension. La jeune tige du djabar aurait-elle un diamètre de 0m15 que cela ne présenterait aucun inconvénient. Au contraire les gros drageons offrent plus de garantie de reprise que ceux qui sont trop jeunes. Ce fait s'explique par la raison que ces éclats n'ont, au moment où on les détache du pied-mère que fort peu de racines, et encore celles-ci le plus souvent se dessèchent et la plante est obligée d'en émettre d'autres. Il faut donc que cette sorte de bouture puisse pendant quelque temps résister et vivre de ses propres ressources. On comprend dès lors que les gros plants qui ont une tige plus forte et par suite une plus grande quantité d'aliments accumulés puissent, dans des plantations faites sans grand soin telles qu'on les pratique, résister plus facilement au dessèchement, que les boutures d'un trop faible volume.

L'âge de ces djabars est donc variable. On ne peut dans aucun cas songer à les utiliser avant qu'ils n'aient trois ou quatre ans, mais souvent on les laisse sur le pied mère jusqu'à la dixième année.

Quand les éclats sont détachés du pied mère à l'aide d'une sorte de cognée, on aplanit la plaie et l'on coupe toutes les feuilles inférieures jusque près de leur base. De cette façon on diminue les causes d'évaporation et, par suite, on facilite la reprise. On est dans l'usage, après que les djabars ont été préparés, de leur mettre le

pied dans l'eau et de les laisser ainsi pendant deux ou trois jours au moins, souvent davantage. Il est douteux que cette pratique soit véritablement utile et tout porte à croire qu'il serait préférable de ne la point suivre; les tissus amollis par l'eau fournie en excès peuvent facilement se détériorer. Dans les méthodes rationnelles de bouturage une semblable pratique n'est jamais appliquée.

Après avoir préparé les djabars comme il vient d'être dit on les plante directement en place, à la distance qu'ils devront définitivement occuper et qui est éminemment variable, suivant le mode des cultures adoptées et la région dans laquelle on se trouve. En principe il y a intérêt à rapprocher les plantes afin d'économiser l'eau des arrosages, et cela surtout dans les régions de l'extrême sud où toute culture intercalaire est rendue impossible à cause de l'ensablement constant. Au contraire, dans la région moyenne, il devient plus avantageux de conserver une distance telle que les palmiers, même alors qu'ils sont arrivés à leur complet développement, permettent encore de cultiver la terre et d'en obtenir quelques productions accessoires.

Dans tous les cas cette plantation doit être faite en lignes régulièrement espacées, afin de faciliter les travaux à effectuer au pied des palmiers et de mieux conduire les cultures intercalaires. Les indigènes qui anciennement plantaient en foule, commencent eux-mêmes à suivre l'exemple que leur ont donné les Européens établis dans cette région et plantent en lignes.

Toutes les plantations créées de main européenne sont faites en lignes régulièrement disposées. Le mieux dans ce cas est de planter en quinconce à sept ou huit mètres sur les rangs, avec une distance égale entre les lignes. Les plantations faites à dix mètres ne semblent pas présenter d'avantages réels; elles ont l'inconvénient de nécessiter pour un même nombre de plantes une quantité plus grande d'eau. Dans le Souf les plants sont distants seulement de cinq à six mètres et c'est de cette région que viennent les dattes les plus estimées.

Quel que soit le dispositif adopté, après avoir lié ensemble les feuilles du centre du djabar lesquelles seules ont été conservées, on le plante en enterrant toute la base, puis pour le protéger contre l'ardeur du soleil brûlant ou pique dans le sol, à son pied, trois feuilles de dattier que l'on fixe à l'aide d'un lien sur le jeune plant. Ces feuilles que l'on désigne sous le nom de *djerid* se des-

sèchent et se conservent pendant plus d'une année sans se corrompre ; on ne les enlève que lorsque le jeune dattier, repris, commence à émettre de nouvelles feuilles qui s'élèvent au-dessus des djerids.

La plantation ne réussit bien qu'à la condition d'être faite pendant la saison chaude ; on la commence en mars, avril et on peut la continuer jusqu'à juin et juillet.

Irrigation. — Dès que la plantation est faite il devient indispensable d'arroser. Cet arrosage se fait par irrigation au moyen de canaux. Ceux-ci suivent les lignes de palmiers se reliant tous à un canal d'arrivée. Chaque dattier est irrigué au moyen d'une dérivation qui amène l'eau au pied, dans une sorte de cuvette ayant environ 0^m80 en tous sens et creusée directement autour du plant. Pendant les dix à quinze jours qui suivent la plantation, on arrose tous les jours puis tous les deux jours, puis tous les trois, jusqu'à ce qu'enfin on arrive à l'arrosage normal qui est de une fois tous les quinze jours en moyenne. Il en résulte que l'on ne peut planter du même coup toute la quantité de palmiers que pourra arroser l'eau fournie par un puits, puisque ces palmiers ont besoin, au début de la plantation, de plus d'eau qu'ils n'en useront ensuite. L'irrigation normale ne se produira qu'après quatre mois et demi environ.

L'eau qu'il est indispensable de fournir aux palmiers pour qu'ils puissent croître et se développer provient le plus souvent des nappes souterraines ; ce n'est qu'exceptionnellement, comme cela a lieu à El Kantara, que les palmiers reçoivent l'eau provenant de cours d'eau. Dans tout l'Oued Rirh l'arrosage est fait au moyen d'eau provenant de puits artésiens.

Les premiers puits artésiens ont été creusés de main d'homme par les Arabes qui garnissent les parois d'un boisement de tronc de palmiers. Ces puits ayant une ouverture d'environ 0^m80 nécessitaient un grand entretien. Il en existe encore dans le sud. Quand au bout d'un certain temps ces puits s'ensablent et ne donnent plus qu'un débit insuffisant, une corporation spéciale d'Arabes connus sous le nom de *Rtas* se charge de leur curage. Cette opération est exécutée par des individus qui plongent dans ces puits, profonds souvent de plus de 60 mètres et vont chercher au fond le sable qui obstrue le puits. Ils en emplissent des couffins que d'autres Arabes placés à l'orifice supérieur du puits font remonter.

Ces plongeurs restent trois à quatre minutes dans l'eau après quoi ils reviennent reprendre leur respiration à la surface. Ils ne peuvent faire plus de huit à dix plongeons par journée et à chaque fois ils n'emplissent qu'un couffin de sable. C'est un travail extrêmement pénible pour l'exécution duquel il faut un grand entraînement.

Dans le sud il n'est pas rare de voir de ces puits abandonnés donner encore un certain débit et alimenter des mares qui comme celles de la *Merdjaja* entre Touggourt et Temacine ont une surface de plusieurs hectares.

Les premiers forages artésiens entrepris par les Européens dans l'Oued Rirh datent de 1856. Ils ont été exécutés sur l'initiative du colonel Desvaux. Ces puits ont été forés pour le compte des indigènes et exécutés par l'atelier de forage artésien appartenant à la commune indigène, sous la direction d'un officier ou d'un chef sondeur envoyé par la maison Laurent Degousée qui avait fourni l'outillage. M. Jus, ingénieur, a longtemps dirigé ces sondages.

Quand en 1878, les premiers Européens, MM. Fau, A. Foureau et F. Foureau, vinrent courageusement s'installer au milieu de cette région si neuve encore, ce furent les ateliers militaires qui firent pour leur compte le premier puits dont ils eurent besoin pour installer des plantations nouvelles. Mais, dès 1881, ces colons installèrent à leur compte un atelier de sondage, puis bientôt un second, lesquels n'ont, depuis cette époque, cessé de fonctionner tant pour leur propre compte que pour celui des indigènes.

En 1882 une nouvelle compagnie européenne vint s'installer dans l'Oued Rirh sous la direction de M. Rolland, ingénieur. Elle utilise les ateliers de sondage militaire.

Dans la région de l'Oued Rirh le forage artésien est souvent rendu facile. Il est effectué à l'aide d'une chèvre mue à bras. La mise en marche nécessite un Européen et cinq Arabes se renouvelant par périodes de huit heures de travail.

La nappe jaillissante se trouve à une profondeur qui varie généralement entre 50 mètres au minimum et 70 à 72 au maximum. Il en résulte que le travail est plus ou moins long suivant la profondeur qu'il faut atteindre; mais ce qui influe davantage encore sur la difficulté de l'opération, c'est la nature des couches que doit traverser la sonde.

Généralement les premiers terrains sont du sable puis vient une puissante assise d'argiles de toutes couleurs plus ou moins mélangée à du sable; puis une couche dure qui parfois est composée de plaquettes de grès ou bien un banc de gypse tendre ou enfin des conglomérats de silex mélangés à des rognons de calcaire. Parfois entre deux couches d'argile on trouve un banc de sable rouge ou jaune qui peut atteindre 6 à 8 mètres d'épaisseur. Dès avant le jaillissement la sonde rencontre une couche d'argile rouge dont l'apparition est de bon augure.

Le forage ne peut être pratiqué que pendant la saison hivernale, l'été, l'intensité de la chaleur empêchant tout travail. Un atelier peut ainsi forer pendant sa campagne d'hiver trois ou quatre puits. On estime que le forage d'un de ces puits coûte en moyenne 4,500 francs.

L'intensité du jaillissement et par suite le débit d'un puits varient beaucoup suivant la région et suivant aussi que le forage a été plus ou moins heureux. Ce débit est souvent de 2,500 à 4,000 litres par minute. Exceptionnellement il atteint 5,000 litres.

C'est une grande fête dans la région quand un puits vient de jaillir. Les indigènes se rassemblent et font une fantasia dans laquelle force coups de feu sont tirés en l'air. Avec l'eau leur vient le moyen de cultiver le sol; c'est une promesse de richesse. Aussi, loin d'être hostiles aux Européens, entourent-ils d'une grande vénération ceux qui s'occupent de forages, et il n'est pas douteux que cette conquête pacifique de la région désertique soit la plus effective et celle dont nous devrions le plus justement nous montrer fiers.

Aussi l'admiration s'impose-t-elle à tout cœur bien placé, pour ous ceux qui ont vaillamment entrepris de doter notre colonie algérienne d'une nouvelle région pleine de promesses pour l'avenir.

On avait exprimé la crainte que le forage d'un nombre trop considérable de puits dans la région ne vînt affaiblir la puissance de la nappe jaillissante. Ces craintes n'ont fort heureusement pas été justifiées jusqu'ici. Déjà cependant un grand nombre de puits ont été forés. On en compte environ 130 dus aux Européens. Il en existe un nombre plus considérable encore faits par les indigènes. Ces puits existent surtout dans la région sud, aux environs de Touggourt et au delà. Là, en effet, la couche dure n'est que du

gypse peu résistant, n'offrant qu'un faible obstacle aux outils arabes.

Cependant il n'est pas rare de voir des puits accuser d'abord un débit de plus en plus faible puis, bientôt, cesser presque totalement de donner de l'eau. Le plus souvent la cause de cet épuisement n'est qu'apparente; elle est due à l'ensablement du conduit ou à une obstruction résultant d'une pose mauvaise des tubes, lors du forage. Ces puits après avoir été curés reviennent généralement à leur débit primitif.

Par contre, il existe des puits qui établis en 1856 n'ont cessé jusqu'à ce jour de donner à tout moment une même quantité d'eau.

On peut compter qu'un puits, à débit moyen de 3,000 litres par minute, peut irriguer 60 hectares contenant 200 palmiers chacun, soit 12,000 palmiers, à la condition de faire l'irrigation tous les quinze jours comme nous avons dit qu'il était utile de la pratiquer dans la culture normale. Ce qui revient à dire que l'on peut estimer qu'un puits pourra irriguer autant d'hectares qu'il donne de fois 50 litres par minute.

L'irrigation exige donc un travail constant qui consiste à changer chaque jour le sens du courant d'eau et à lui faire desservir successivement toutes les parties de la plantation qu'il doit arroser.

Drainage. — Une irrigation aussi intense exige forcément un drainage permettant à l'excès de l'eau de s'écouler librement. Ce travail est fait à l'aide de fossés à ciel ouvert, profonds d'environ 0^{m}80 et établis chaque troisième ou quatrième ligne de dattiers puis reliés à un collecteur. On donne à ces fossés le nom de *khrandek*. L'eau qui s'en écoule n'est généralement pas utilisée pour la raison que le sol étant salé, l'eau, dit-on, se charge de sel et devient impropre à l'irrigation.

Il n'est pas sans intérêt de voir quelle est la composition de ces eaux artésiennes au moment de leur jaillissement ainsi qu'après leur passage par le sol.

Analyse des eaux. — Afin de nous rendre un compte exact de l'état des eaux de la région désertique qui font l'objet de notre étude, nous avons rapporté : 1° des eaux prises au moment de leur jaillissement du sol, 2° des eaux de drainage. Ces échantillons ont été soumis à l'analyse. Les opérations ont été exécutées par

M. Paturel, chimiste attaché à la station agronomique de Grignon.

Voici quels sont les chiffres rapportés à un litre d'eau.

	EAU du PUITS ARTÉSIEN	EAU de DRAINAGE	DIFFÉRENCE
Extrait sec	gr 6.46	gr 9.58	gr 3.12
Acide sulfurique	1.80	2.41	0.61
Chlore	1.92	3.03	1.11
Chaux	0.93	1.06	0.13
Magnésie	0.49	0.83	0.34

On voit que la presque totalité des matières sèches contenues dans ces eaux consiste en substances salines. L'acide sulfurique se combine à la magnésie et le chlore au sodium pour donner du chlorure de sodium et du sulfate de magnésie.

L'analyse des eaux de drainage montre que l'eau provenant des puits artésiens se charge, par son passage à travers le sol d'une quantité notable de matières sèches (3gr12). Nous avons dit que ces eaux s'écoulaient généralement en pure perte, étant considérées comme désormais impropre pour servir à l'irrigation et enlever au sol une partie des sels qui y sont contenus.

Nous avons voulu voir si l'on ne pourrait pas utilement se servir des eaux provenant des rigoles de drainage. Dans ce but nous avons fait passer sur de la terre provenant de la même région que celle où avaient été prises les eaux une certaine quantité d'eau de khrandek. L'expérience a été disposée de la façon suivante :

250 grammes de terre provenant d'Ourlana (terre superficielle non fumée) ont été placés sur un entonnoir et nous les avons arrosés par petite portion à l'aide d'eau de drainage jusqu'à ce que nous ayons recueilli 100cc de liquide.

Après avoir dosé les matières solubles, on trouve 4gr624.

Or d'après le tableau précédent 100 grammes d'eau de drainage contenaient 0gr93 de matières salines. C'est donc un poids de 3gr6 environ que ces 100 grammes d'eau ont enlevé aux 250 grammes de terre.

En continuant l'opération on voit que 100 nouveaux centimètres cubes ne donnent plus que 1gr12 de matières salines. Cette seconde opération peut donc être encore considérée comme utile.

Il résulte de cette expérience, que l'on a absolument tort de laisser perdre dans la région désertique l'eau qui est un élément si précieux de fertilisation et qui est encore capable, non seulement de fournir aux plantes l'humidité nécessaire à leur végétation, mais en même temps de continuer le dessalement du sol. Nous engageons donc vivement les colons européens à ne pas laisser perdre ces eaux de drainage mais à les faire resservir à de nouvelles irrigations.

Modification qu'il y aurait lieu d'apporter au mode de plantation. — Nous avons dit que les dattiers cultivés appartenant à des variétés non fixées par le semis, il n'y avait d'autre moyen de les multiplier que d'utiliser les drageons qu'ils émettent abondamment. Ces drageons, quand ils appartiennent à des variétés de choix et notamment à celle que l'on désigne sous le nom de Deglet-Nour, ont une grande valeur et les indigènes ne s'en dessaisissent pas volontiers. Il est des exemples où ces djabars ont été payés au prix de gros, à raison de deux francs la pièce. Encore quand on les achète aux indigènes n'a-t-on nulle garantie sur la nature de la variété que l'on plante.

Il en résulte qu'il est d'un intérêt capital de ne pas laisser perdre dans ses propres plantations un seul de ces djabars de Deglet-Nour, et que tous les efforts doivent tendre à donner à la plante mère la faculté de produire le plus grand nombre possible de ces drageons, d'autant que le pied-mère n'en émet que pendant les quinze ou vingt premières années de sa vie.

Cependant nous avons vu que, dans la méthode généralement suivie, les djabars sont plantés directement à la place qu'ils devront définitivement occuper. Il y a forcément de la mortalité qui peut aller jusqu'à 25 p. 100. Il en résulte une inégalité dans l'âge des plantes, obligé que l'on est de replanter la deuxième et la troisième année pour remplacer ceux qui ne sont pas repris.

Il y aurait un très grand intérêt à modifier ce mode de culture et à établir des pépinières.

Celles-ci présenteraient des avantages multiples. En effet, les plantes placées près à près pourraient recevoir tous les soins possibles concentrés sur un seul point. Les djabars pourraient dans ce

cas être disposés à un mètre cinquante en tous sens et la dépense en eau, qui est si grande quand il s'agit d'irriguer un hectare nouvellement planté et qui ne contient cependant que deux cents palmiers, serait singulièrement diminuée. De plus les soins étant ainsi concentrés sur un faible espace pourraient devenir plus précis et diminuer la mortalité. C'est ainsi qu'il serait facile d'établir à l'aide de grandes feuilles de dattier des abris qui garantiraient les jeunes plantes de l'action desséchante des vents dominants.

Nous avons dit qu'il était nécessaire d'enlever les djabars le plus tôt possible au pied des plantes-mères, afin de ne pas les épuiser, mais que d'autre part on était dans la nécessité de laisser ces djabards grossir sur place, si on voulait les voir reprendre lors de la plantation en plein champ. Avec la plantation en pépinière cette double exigence peut être tournée. En effet, les plants étant abrités pourraient être détachés beaucoup plus jeunes, dès l'âge de trois ans. Il en résulterait que la plante-mère s'épuiserait moins et qu'en même temps elle produirait un nombre plus grand de djabars puisque, à mesure qu'on les détache, il en pousse d'autres.

Enfin les palmiers supportent la transplantation avec la plus grande facilité, au point de n'en nullement souffrir si elle est faite avec soin. On pourrait donc à l'aide de ces plants élevés en pépinière obtenir une plantation régulière dans laquelle tous les palmiers auraient exactement le même âge, la même vigueur et, appartenant à la même variété, les mêmes exigences.

L'établissement de pépinières de dattiers offrirait donc un avantage réel non seulement aux compagnies qui les créeraient pour leur propre usage, mais aussi pour ceux qui voudraient les entreprendre en vue du commerce de plants enracinés.

Culture. — La culture des dattiers est, pourrait-on dire, presque nulle, et des palmiers abandonnés à eux-mêmes, alors qu'ils sont bien repris, à la condition expresse de recevoir l'eau en irrigation, pourraient encore donner un certain produit.

Dans une plantation bien conduite il convient d'enlever tous les djabars qui se produisent nombreux au pied de la plante. Souvent dans les plantations indigènes, cet enlèvement des drageons est négligé et on ne le pratique que tardivement, alors que la plante forme une sorte de vaste cépée. Dans ces conditions les indigènes laissent deux ou trois de ces drageons choisis parmi les plus gros et enlèvent seulement tous les plus faibles. Ils prétendent obtenir

ainsi un produit plus abondant, chaque plant étant formé de trois ou quatre tiges qui fructifieront. Mais ce développement ne se produit jamais qu'au détriment de la tige principale. C'est pour la raison qui vient d'être dite que l'on voit les palmiers former dans les oasis des cépées plus ou moins compactes. Dans les cultures bien conduites on préfère ne laisser à chaque plante qu'une tige unique.

Au bout de quelques années, alors que le tronc commence à se former, les feuilles de la base jaunissent puis se dessèchent. Le moment est venu de les enlever. Ces feuilles servent à des usages multiples : entières elles sont utilisées à faire des abris; avec les rachis secs se font les claies sur lesquelles on met les fruits lors de la maturité. On en fait des clôtures, des lattes à plafonds pour la construction des maisons, etc.

C'est probablement le besoin de ces djerids, qui servent à des usages si multiples, qui a donné naissance à la pratique qui consiste à enlever chaque année une couronne de feuilles, de façon à ne laisser sur l'arbre que celles des deux années précédentes.

Cette coutume est tout à fait vicieuse et certainement nuisible aux dattiers.

En effet, ces feuilles, au moment où on les coupe sont encore vertes et doivent par suite contenir encore en abondance des matériaux utiles au développement de la plante, lesquels, comme l'a si bien montré M. Dehérain dans une série d'expériences fondamentales, faites sur les céréales, émigreront vers la partie supérieure et pourront ainsi servir au développement du fruit. Il n'est pas douteux qu'il y aurait tout avantage à n'enlever les feuilles qu'alors qu'elles sont déjà jaunies et desséchées et qu'elles n'ont plus rien à céder à l'arbre qui les porte.

Il est utile de ne pas laisser le sol se couvrir de mauvaises herbes lesquelles se développent souvent en grande abondance entre les palmiers. Il arrive fréquemment que l'on fasse des cultures intercalaire, entre les palmiers, et dans ce cas le terrain est forcément maintenu en état de propreté.

Floraison.—Fructification.— Les dattiers commencent à fleurir à un âge variable, suivant la variété que l'on cultive. Les Rhars fleurissent dès l'âge de trois ou quatre ans. Il est rare par contre que les Deglet-Nour montrent fleurs avant six ou sept ans de plantation. Les premières floraisons n'offrent que peu d'intérêt : les régimes sont petits et les fruits qu'ils donnent sont de mauvaise qualité.

La fructification ne s'établit sérieusement que vers huit ou dix ans, pour les variétés à fructification hâtive comme les Rhars, et seulement vers la dix ou douzième année pour les Deglet-Nour

Dès que, au printemps (fin mars ou commencement d'avril) les spathes brunes renfermant les fleurs femelles commencent à apparaître, l'Arabe suit leur développement avec attention et sitôt que se dégageant de la spathe, le régime femelle se montre libre, il procède à sa fécondation. Si l'arbre est jeune l'opération se fait de plein pied. Dans le cas d'un arbre âgé, l'Arabe grimpe même pour opérer la fécondation d'un seul régime.

Les régimes mâles sont à ce moment coupés et, mis dans un endroit sec, ils se peuvent conserver pendant toute la période de la floraison. Les Arabes qui n'ont que peu de palmiers n'ont quelquefois pas de plant mâle. Ils achètent dans ce cas au marché des fleurs mâles. Le régime vaut jusqu'à 1 fr. 50 au marché de Biskra.

Donc dès qu'un régime femelle est bien dégagé de la spathe qui le contenait on le doit féconder. Pour ce faire, on détache deux ou trois brins du régime mâle et on les place au milieu du régime femelle, puis prenant une foliole de dattier on attache le régime fécondé vers son extrémité pour y maintenir la fleur mâle. Ce lien sec ne sera enlevé que lorsque les fruits commenceront à se former.

On est dans la coutume de laisser à chaque arbre tout ce qu'il veut produire; il en résulte que la fructification est très inégale: abondante une première année, plus faible l'année suivante, nulle la troisième, puis la même rotation recommence.

Il est assez difficile d'estimer exactement quel est le produit d'un dattier; il varie beaucoup suivant la variété et suivant aussi la région dans laquelle on cultive.

Pour la variété Deglet-Nour, qui est, comme nous l'avons dit, la plus estimée et celle que les Européens doivent surtout, sinon exclusivement, cultiver, le produit, en pleine région de dattes, c'est-à-dire dans le sud, vers Touggourt, peut être évalué de la façon suivante:

L'année de fructification abondante; cinq à six régimes pesant environ 4 kilogr. chacun, soit 20 kilogr.

L'année suivante le produit est réduit à la moitié, soit 10 kilogr. environ.

Il est nul la troisième année.

Ceci nous donne un produit moyen annuel d'environ 10 kilogrammes.

Ce sont là des chiffres moyens, plutôt faibles que forts, mais se rapprochant très exactement de la vérité. Nous ne nierons pas que l'on a indiqué des rendements beaucoup plus élevés. Ils se peuvent produire dans quelques cas particuliers, mais on ne saurait les prendre comme moyenne de production générale.

Telle qu'elle est, cette production attribue à chaque arbre une production en argent qui est très élevée. En effet, les dattes Deglet-Nour valent à Touggourt même, 45 à 50 francs les 100 kilos, année moyenne, ce qui donne 4 fr. 50 à 5 francs comme produit brut par palmier et par an.

Les dattes sèches ont une valeur beaucoup moindre, il est vrai de dire que les arbres appartenant à ces variétés fructifient plus abondamment. Le prix moyen des Rhars dépasse rarement 20 francs les 100 kilos.

En défalquant les frais d'amortissement du capital, de cultures et de récoltes, compte dans le détail duquel il serait trop long d'entrer ici, on peut estimer qu'un palmier peut, en bon pays de production, donner un produit net minimum de 3 à 4 francs par an.

Il serait à notre sens très important d'entreprendre des expériences destinées à régler la production des fruits comme nous le faisons, à l'aide de la taille, sur nos arbres fruitiers.

Ces opérations consisteraient à enlever, dans les années de grande abondance, un certain nombre de régimes, afin que l'arbre non épuisé puisse en produire chaque année une quantité égale. Il n'est pas douteux que dans ces conditions on arriverait à obtenir des fruits plus beaux. Or la qualité de ces fruits est un point capital quand il s'agit de l'exportation. Aussi conseillons-nous de pousser l'opération plus loin et de pratiquer sur chaque régime conservé une sorte de cisèlement analogue à celui que nous faisons subir à nos raisins et qui consisterait à enlever les brins du milieu ainsi que ceux de l'extrémité du régime. La plus-value ainsi obtenue dédommagerait largement des frais supplémentaires de main-d'œuvre.

Récolte. — Quand les dattes commencent à mûrir, il devient nécessaire de les faire gardienner, afin qu'elle n'aient pas à subir de déprédation de la part des maraudeurs. Ce gardiennage est exercé par des Arabes qui fixent leurs tentes dans le voisinage immédiat de

la plantation et y demeurent jusqu'à l'enlèvement total de la récolte. Ces gardiens sont intéressés, moyennant une redevance de tant pour cent, à ce que nul vol ne soit produit.

Quand le fruit est mûr, l'Arabe chargé de la récolte monte sur l'arbre, coupe le régime et le descend à la main si celui-ci est isolé, si au contraire il y en a plusieurs sur le même arbre, il reste à son sommet et fait descendre les régimes en les attachant à l'aide d'une cordelette.

Les régimes récoltés sont rentrés dans les magasins, suspendus à des chevilles de bois fixées dans le mur, ou déposés sur des claies faites en rachis de palmiers. On procède ensuite au triage : les dattes inférieures, souvent nombreuses, sont mises à part et serviront à la nourriture des animaux; les bonnes dattes seront mises en caisses, en peau de bouc, ou en couffins suivant la variété, puis expédiées par caravane, sur les centres de vente, Biskra par exemple.

Ces transports faits à dos de chameau se payent à des prix qui varient beaucoup suivant la saison; ainsi en septembre-octobre, les transports de Touggourt à Biskra (220 kilomètres) coûtent de 14 à 17 francs par chameau; au contraire plus avant en hiver, quand les caravanes n'ont plus de transport à faire, ce prix tombe à 6 ou 7 francs. Un chameau peut transporter de 200 à 220 kilogrammes.

DEUXIÈME PARTIE

LES OASIS DU SUD DE LA PROVINCE DE CONSTANTINE

La portion sud du département de Constantine dans laquelle est pratiquée la culture du dattier peut, avons-nous dit, se diviser en trois régions :

1° La région nord ou de Biskra.

2° La région moyenne ou du Chott Melrir.

3° La région sud ou de Touggourt.

Chacune d'elles présente de notables différences au point de vue cultural et économique.

Région de Biskra. — Cette partie du département où commence seulement, peut-on dire, la région des dattes, car il ne faut tenir grand compte, au point de vue de cette production, d'El Kantara, dont

la situation est trop septentrionale pour permettre au palmier de donner un grand produit, est pendant tout le cours de l'année protégée des vents du nord et du nord-ouest par les derniers contreforts de l'Aurès. Il en résulte que le siroco qui amène le sable, produisant des dunes mobiles ne se fait pas sentir dans cette contrée.

Le dattier y prospère, au point de vue végétatif, tout au moins. La terre enrichie par une ancienne culture lui permet, à Biskra, d'atteindre un très fort développement, mais la position trop septentrionale de cette oasis fait que les fruits n'acquièrent qu'une valeur très relative. La variété de choix, le Deglet-Nour, donne des fruits qui sont peu transparents et, par suite, non recherchés pour le commerce d'exportation. Par contre les variétés communes Rhars, Degla-Béïda et autres fournissent des fruits servant à l'alimentation courante des Arabes.

Mais, nous l'avons vu, tout l'intérêt, au point de vue européen, consiste dans la production des dattes de choix qui se prêtent à l'exportation; il est par conséquent douteux qu'il puisse être intéressant de créer dans cette région de nouvelles plantations de dattiers. De nombreuses raisons militent en faveur de cette façon de voir.

La première, la plus importante de toutes c'est que, dans l'état actuel des choses, l'eau fait défaut à Biskra. L'alimentation en eau des plantations existantes est faite par une petite rivière dont toute l'eau est utilisée déjà.

On vient cette année d'entreprendre à Biskra même, le forage d'un puits artésien. Tout porte à croire que l'opération réussira et que l'oasis trouvera ainsi le supplément d'eau qui lui est nécessaire. Mais la nappe artésienne est, à cet endroit, à une grande profondeur et il deviendrait difficile de multiplier ces essais de sondages, de façon à pouvoir étendre indéfiniment les cultures.

D'ailleurs l'avenir de Biskra est tout autre. Par la position charmante qu'occupe l'oasis, par l'accès facile qu'elle présente, puisque le chemin de fer y aboutit, Biskra deviendra chaque jour plus nettement une station de touristes, venant visiter cette région si curieuse, et de malades qui viendront chercher, pendant la froide saison, un climat exceptionnellement doux et agréable.

Pour ce qui est de la culture, elle devra reporter tous ses soins vers des productions qui sont actuellement considérées comme secondaires et qui pourraient devenir aisément principales. La production des légumes et des fruits de primeurs offre, dans cette

localité, un très grand avenir. En quatre jours, par grande vitesse, les produits peuvent être rendus à Paris même. Or pendant l'hiver, il n'est pas de denrées végétales qui ne supportent aisément un transport fût-il deux fois plus long. Quant aux prix de ces transports, ils ne sont pas tels qu'ils puissent rendre impossible le commerce de produits qui, pendant la saison hivernale, ont une valeur très élevée.

Jusqu'ici aucun essai sérieux n'a été tenté dans ce sens. Nous ne saurions trop engager à les entreprendre, non à la légère et au hasard, mais en faisant un choix judicieux des espèces et variétés de fruits et de légumes qui sont demandés par le commerce et qui supportent bien le transport.

Si quittant Biskra, on se dirige vers l'ouest, en suivant la chaîne des Zibans on trouve sur la route conduisant à Bou-Saada toute une série d'oasis dont la culture est très analogue à celle de Biskra. La datte y mûrit cependant déjà un peu mieux, mais reste encore un fruit de qualité secondaire. Par contre, la culture du sol y prend un intérêt plus grand. Les cultures d'orge y occupent de vastes surfaces. Çà et là quelques parcelles consacrées à la prairie montrent que l'on y pourrait avoir d'excellent fourrage permettant l'élevage de troupeaux qui, en même temps qu'ils amélioreraient l'état économique de la région, permettraient, par la fumure qu'ils fourniraient, de modifier le système de culture.

A El Amri, oasis importante appartenant à M. le Dr Treille, député de Constantine, d'intéressants essais ont été entrepris. La vigne plantée dans l'oasis prospère bien et les brins y acquièrent une vigueur exceptionnelle. Elle pourrait servir sinon à la production directe du vin, du moins à la confection de raisins secs qui sont si demandés actuellement par le commerce. De nombreux essais de cultures légumières ont été faits; ils ont été couronnés de pleins succès et montrent péremptoirement tout le parti que l'on pourra, par la suite, tirer de ce genre de production.

Dans toute cette région la culture est faite par des Arabes qui, comme restitution de leur labeur, touchent en nature ou en argent une part de la récolte. On les nomme *Krames*. Intéressés à la bonne venue des cultures, ils veillent de plus près à ce qu'elles ne souffrent pas de la sécheresse et à ce qu'aucune déprédation ne soit commise.

L'arrosage se fait en puisant l'eau dans des sortes de puits peu

profonds et en la distribuant par une *seguia* ou rigole principale aux différentes portions de terrain emblavées. Afin qu'il n'y ait pas de déperdition d'eau, la surface du sol est distribuée en petits carrés tous limités par un rebord haut d'un décimètre. Ombragées par les feuilles de palmiers qui laissent cependant passer la lumière, irriguées abondamment, les cultures de tout genre prospèrent dans l'oasis, et ce qui a été fait déjà peut servir d'indication pour tout ce reste à faire encore.

Région du chott Melrir. — Dès que quittant Biskra on se dirige vers le sud, la région désertique s'accuse plus nettement. De toute part c'est l'horizon sans bornes, la plaine à perte de vue. Cette aération excessive, cette insolation violente semblent créer au palmier un milieu plus favorable. Son apparence extérieure reste sensiblement la même, mais la fructification se fait mieux et la maturation s'accomplit dans des conditions meilleures.

On peut dire que c'est là seulement que commence la région des belles dattes, bien que encore, il ne faut pas se le dissimuler, le fruit n'acquiert pas toute la qualité qu'il aura plus au sud.

C'est là que se sont créées de toutes pièces les oasis nouvelles. La nappe artésienne est à une faible profondeur et donne, dans cette région, les jaillissements les plus remarquables. Dès avant d'arriver au chott, on rencontre sur sa route l'oasis d'Ourir créé par la Société de Batna. Les palmiers, jeunes encore il est vrai, puisque les premières plantations datent de 1882, sont en bon état de prospérité. Ces plantations, régulièrement alignées, faites par les Européens, donnent un aspect d'ordre et de prospérité que l'on n'est pas habitué à rencontrer dans les oasis indigènes.

Plus au sud, dépassant le chott, on trouve l'oasis d'Ourlana où ont été faits les premiers essais de plantations par les Européens. Elle est l'œuvre de MM. Fau et Foureau. Les palmiers plantés en 1879 commencent déjà à fructifier régulièrement. Encore quelques années et ces plantations donneront un produit réel.

Enfin, plus loin encore, deux oasis nouvelles, Sidi Yaya et Haiata, appartenant toutes deux à la compagnie de Batna.

L'ensemble de ces oasis groupées a constitué une station nouvelle qui fait faire un pas en avant à la colonisation du sud, et l'on rapporte d'un voyage dans cette région lointaine une impression profonde en même temps qu'un sentiment d'admiration, pour ceux qui n'ont pas hésité à aller porter leurs capitaux et à se fixer dans une

contrée qui, grâce à eux, devient maintenant fertile, mais qui, lors de leur première installation, était le désert dans toute sa nudité.

Ils ont montré aux Arabes ce que peuvent l'intelligence et le travail; et la situation morale qu'ils ont conquise auprès des indigènes est grande, car ceux-ci sont remplis d'admiration pour quiconque sait créer et produire.

Comme nous l'avons fait voir par les analyses, le sol neuf et non encore en culture contient une forte proportion de sel, trop forte même pour que l'on puisse, au moment de la création de l'oasis, songer à planter autre chose que des dattiers. Mais l'irrigation incessante et le drainage ne tardent pas à opérer un dessalage qui permet bientôt de faire d'autres tentatives de cultures.

A Sidi-Yaya la plupart des légumes ont été cultivés. Certains d'entre eux ont donné des produits absolument satisfaisants. Cependant, la fréquence des vents violents dans cette région fait que la culture des plantes herbacées à texture délicate est rendue très aléatoire. Survienne une tempête de sable et ces légumes sont bientôt recouverts et desséchés. Toute l'attention doit donc se porter, au point de vue des productions secondaires, vers les cultures arbustives diverses dont il n'est guère possible de déterminer la nature par avance; mais il faut, dans tous les cas, se bien pénétrer de ce fait, qu'il y a une différence considérable entre ce climat désertique et celui des tropiques. La température dans la région qui nous occupe est trop élevée à certains moments de l'année et surtout l'air y est trop sec. Il n'est pas rare qu'en été la température n'arrive à atteindre 48° et même 50° et l'air est alors tellement sec, l'évaporation tellement vive que le thermomètre mouillé n'accuse, au même moment, que 20° ou 21°.

Seules les plantes des régions ayant un climat analogue pourront réussir; il en est de nombreuses qui offrent un véritable intérêt, On conçoit qu'il est difficile aux particuliers d'entreprendre de pareils essais, aussi serait-il éminemment utile, pour cette partie si vaste de notre colonie algérienne, de créer là une station d'essai de cultures mise en rapport officiel avec nos grands établissements.

Notons pour mémoire les essais de plantation de vignes faites à Sidi-Yaya, qui n'ont donné aucun résultat. Il ne pouvait en être autrement puisque l'on sait bien que, toutes les fois que le sol contient plus de un pour mille de sel marin, la végétation de cet arbuste est rendue impossible.

Bon nombre de plantes de prairies croissent assez aisément à l'ombre des palmiers. Il y aurait donc tout intérêt à créer des pâturages sur lesquels on pourrait élever des moutons appartenant à la race de cette région et qui est l'*ovis aries sodanica*. Ce sont des animaux très hauts sur pattes, pouvant atteindre jusqu'à 1m30 au garot, ce qui leur donne une course rapide et leur permet de parcourir de grands espaces pour chercher leur nourriture. Il n'est pas douteux que l'on n'arrive à perfectionner rapidement cette race et à en obtenir de bons produits. Peut-être l'introduction d'autres types donnerait-elle aussi un bon résultat.

Les animaux de l'espèce bovine y peuvent très bien vivre, nous y avons vu une vache en parfait état de santé.

La création de pâturages, l'élevage de troupeaux, amènerait une modification profonde dans les ressources culturales de cette région. L'azote, nous l'avons fait voir, manque totalement au sol.

L'engrais produit le rendrait plus fertile, la végétation des palmiers deviendrait plus vigoureuse, en même temps que s'établiraient d'autres cultures intercalaires.

Région de Touggourt. — Quand enfin on arrive à l'autre extrémité de la vallée de l'Oued-Rirh et que l'on pénètre dans la région de Touggourt et du Souf, on est dans le milieu où le dattier trouve toute la chaleur qui lui est nécessaire pour mûrir son fruit dans les meilleures conditions. Les dattes de cette région sont, à juste titre, les plus estimées.

La culture telle qu'elle est pratiquée à Touggourt et dans les oasis voisines peut être assimilée à celle des autres régions. Mais là, les dattes mûrissent et acquièrent une valeur plus grande.

Aucune plantation française n'a encore été faite dans cette région. Les seuls puits existants ont été creusés par les indigènes.

Ils enlèvent la partie superficielle du sol, de façon à former des jardins creux de quelques pieds de profondeur, et c'est là qu'ils plantent les dattiers éloignés les uns des autres de quatre ou cinq mètres, afin de ne rien perdre du terrain si chèrement conquis par ce travail de creusement.

Dans le Souf la culture devient différente, en ce sens que l'on ne pratique pas d'arrosage par irrigation. La nappe aquifère est à une très faible profondeur et les indigènes, pour éviter de s'astreindre à une irrigation constante, préfèrent creuser le sol dans lequel la plantation est faite, de façon à ce que les racines aillent d'elles-mêmes

chercher dans les profondeurs de la terre l'humidité qui leur est nécessaire.

Cependant, le travail de forage de puits et d'irrigation ainsi évité est remplacé par un autre, non moins pénible. En effet, les vents violents ne cessent de souffler dans cette région et amènent des torrents de sable qui envahissent les plantations si bien que les indigènes sont sans cesse occupés à sortir de leurs jardins ce sable qui ne tarderait pas à tout combler et bientôt à niveler complètement le sol.

Là, on le comprend, toute culture intercalaire est rendue impossible et l'on doit borner son ambition à la seule production des dattes qui, dans ces conditions, deviennent plus belles, plus sucrées que n'importe où ailleurs.

Il n'est pas douteux que, si des colons européens venaient se fixer dans cette région, ils devraient adopter la méthode de forage de puits artésiens et d'irrigation à la surface.

Conclusions

La région du sud de la province de Constantine, dont nous venons de retracer à gros traits les particularités se rapportant à la production du sol est, comme on a pu le voir, bien loin d'être infertile et improductive.

Partout où l'énergie humaine a concentré son activité, elle a fait surgir du sol, en même temps que l'eau bienfaisante, des cultures prospères. Jusque-là, seule la production des dattes a pris une importance véritable, ce qui ne veut nullement dire que l'avenir ne nous réserve pas la démonstration que d'autres productions peuvent être entreprises et menées à bien. Il serait éminemment utile de faire des essais dans ce sens. A une distance relativement faible de la métropole, nous possédons un pays dont le climat peut convenir à la production d'une foule de substances importantes, telles que les gommes, par exemple, que notre commerce est obligé, dans les conditions présentes, d'aller chercher au loin et que nous pourrions produire à bon compte.

Mais la production de cette région fût-elle bornée aux seules dattes, qu'elle offrirait déjà un intérêt véritable. Nons avons fait voir quel était le produit que pouvait fournir un dattier. Rappelons

qu'on l'évalue au minimum à 3 fr. 50 par année et par arbre. Certaines personnes qui se sont occupées de la question ont même accusé un produit bien plus élevé (les unes 5 francs, d'autres même 10 francs par arbre). Nous ne voulons retenir que le chiffre le plus bas, afin de nous mettre à l'abri de toute exagération et n'indiquer que ce que nous avons pu déduire de ce que nous avons vu.

En admettant ce chiffre de 3 fr. 50 comme représentant la production moyenne annuelle d'un dattier, on voit qu'un hectare peut donner un revenu considérable puisque, comme nous l'avons dit il y a 200 palmiers à l'hectare.

Mais pour arriver à un résultat aussi prompt que possible, il importe beaucoup d'améliorer les méthodes suivies jusqu'à ce jour.

Les modifications que nous proposons sont en résumé les suivantes :

Première partie.

I. *Constitution de pépinières.* — Leur établissement permettrait :

1° D'écaler les djabars plus tôt, pratique qui assure au pied-mère une vigueur plus grande en même temps qu'elle fournit un nombre plus considérable de ces éclats;

2° D'obtenir des plants enracinés tous égaux propres à l'établissement de plantations régulières donnant un produit uniforme;

3° D'arriver à une reprise plus assurée due aux abris et à des soins mieux entendus;

4° D'économiser l'eau, les palmiers occupant en pépinières un faible espace, au lieu de s'étendre sur des hectares.

II. *Modifications à apporter à la culture.*

1° Ne pas enlever les feuilles de la base des dattiers avant que celles-ci ne se dessèchent;

2° Enlever, dans les années d'abondance, quelques régimes sur chaque dattier, afin d'arriver à régulariser la production;

3° Faire des semis, en choisissant les meilleurs fruits obtenus par la fécondation de pieds mâles offrant le plus de garantie, et arriver ainsi à créer des variétés nouvelles.

III. *Utilisation des eaux de drainage.* — Les eaux de drainage, étant capables de prendre encore au sol une partie du sel qu'il contient, devront être utilisées en irrigation sur des terres neuves non encore dessalées.

Deuxième partie.

I. *Station d'essai.* — Établir, dans la région moyenne de l'Oued Rirh, une station d'essai mise officiellement en rapport avec les établissements de la métropole, afin de permettre d'essayer la culture de diverses plantes industrielles.

II. *Création de pâturages.* — Faire des essais de création de pâturages permettant d'installer des troupeaux qui fourniront l'engrais qui manque au sol.

III. *Cultures intercalaires.* — Faire, dans la région de Biskra, des essais de cultures de fruits et de légumes que l'on pourrait expédier, en primeurs, sur les marchés européens.

REVUE DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Technologie.

Sur les organismes du levain et leur rôle dans la fermentation panaire, par M. W.-L. Peters[1]. — Pour donner au pain sa consistance spongieuse, on peut opérer de deux manières différentes : provoquer une fermentation dans la pâte qui, par le dégagement de gaz se trouve criblée d'une multitude de bulles emprisonnées, ou bien, comme on l'a essayé récemment, non sans succès, ajouter à la pâte des substances qui émettent des gaz à la chaleur ou même à froid. On a même fait de la pâte avec de l'eau chargée d'acide carbonique sous pression.

La fermentation, qui seule nous intéresse ici, peut être obtenue par deux procédés : 1° on fait avec de la farine, du son et de l'eau une pâte légère qu'on abandonne à elle-même dans un endroit chaud. Cette pâte ne tarde pas à fermenter, et si on l'introduit ensuite dans une pâte à pain, la fermentation se propage dans toute la masse. Avant la cuisson on prélève une petite quantité de pâte, qui sert, sous le nom de levain, à provoquer la fermentation dans l'opération suivante. Il est nécessaire de raviver de temps en temps le levain, soit en le pétrissant avec de la farine et de l'eau, soit en y ajoutant une infusion de malt ; 2° on mêle à la pâte des levures qui consistent essentiellement en *Saccharomyces cerevisiæ*.

Il est clair que ces diverses pratiques ont dû attirer l'attention des observateurs dès qu'on eut commencé à s'occuper sérieusement des fermentations en général. Malheureusement les auteurs n'ont pas pu se mettre d'accord sur la nature de la fermentation panaire. On admettait d'abord que la levure pro-

1. *Bot. Zeit.*, 1889, n° 25, 26 et 27.

duisait la fermentation alcoolique d'un sucre préexistant dans la farine ou formé en présence de l'eau grâce à un ferment diastasique. En effet, l'analyse a décélé le sucre dans la farine et l'alcool dans le pain aussi bien que dans la pâte fermentée. Cette explication était d'autant plus satisfaisante qu'on introduit des ferments alcooliques dans la pâte avec la levure qui consiste en *Saccharomyces cerevisiæ* et le levain qui renferme le *Saccharomyces minor*.

En 1883, M. Chicandard[1] attribua la fermentation panaire à une bactérie qui décomposerait les albuminoïdes contenus dans la farine; la fermentation ne serait qu'une putréfaction commençante des matières albuminoïdes. Les arguments qu'il invoque en faveur de son opinion ne paraissent pas toujours irréfutables, quelques-uns sont même directement opposés aux observations d'autres savants. On a d'ailleurs quelque peine à se figurer cette putréfaction qui reste un temps très long à ses débuts, sans se transformer en une putréfaction proprement dite. Tout le monde sait, en effet, que le levain conserve très longtemps une odeur très agréable, approchant d'une odeur de fruit.

Néanmoins M. Marcano partage l'opinion de M. Chicandard sans apporter cependant de documents essentiels nouveaux.

M. Moussette, au contraire, appuie tout particulièrement sur la fermentation alcoolique et M. Boutroux, après avoir isolé quatre espèces de levures et des bactéries, croit devoir admettre que la fermentation panaire résulte de l'action combinée des levures et des bactéries.

M. Laurent a isolé le *Bacillus panificans* du levain, et il a trouvé qu'en l'introduisant dans la pâte, on obtient une fermentation semblable à la fermentation normale. L'auteur du mémoire que nous analysons ne croit pas que M. Laurent ait stérilisé préalablement la pâte; cette omission enlèverait naturellement toute valeur à l'expérience.

M. Jago[2] revient à la fermentation alcoolique, mais les raisons qu'il donne sont loin de réfuter la théorie de M. Chicandard. Une infusion aqueuse de farine fermente vivement lorsqu'on y ajoute de la levure de bière; la fermentation est tellement active, à en juger d'après la quantité d'acide carbonique émis, qu'elle peut fournir le gaz nécessaire aux dépens du sucre préexistant dans la farine, qui disparaît presque totalement (contrairement à l'observation de M. Chicandard). Mêlée au contraire au gluten, la levure ne donne aucune fermentation appréciable. Cette dernière constatation est tout à fait étrangère à la théorie de M. Chicandard, puisque ce savant attribue la décomposition des albuminoïdes non à une levure mais à une bactérie.

Enfin M. Dünnenberger[3] attribue également toute la fermentation panaire à des *Saccharomyces;* les bactéries seraient complètement superflues, sinon même nuisibles. Il confirme l'existence dans la farine d'un ferment, la céréaline, qui transforme l'amidon en sucre; il essaye ensuite de démontrer que le *Saccharomyces cerevisiæ* peut produire la fermentation de la pâte sans le secours des bactéries, et fait à ce sujet deux expériences différentes. D'abord le liquide contenant de la farine, de l'ammoniaque et des cendres de levure a été

1. Comptes rendus, 1883.
2. *Journ. of the Soc. of chemical Industry*, 1887, p. 164.
3. *Bot. Centralbl.*, 1888.

stérilisé par l'ébullition répétée tous les jours pendant cinq jours consécutifs, puis encore deux fois à un jour d'intervalle; on y a ajouté ensuite de la levure aussi pure que possible et on a constaté que la fermentation s'est opérée. Il y a malheureusement des bactéries qui parcourent toutes les phases de leur développement, de la spore à la spore, en vingt-quatre heures, de sorte que si les spores résistent à l'ébullition, l'organisme peut échapper à la stérilisation. Dans la seconde expérience, la pâte ensemencée avec la levure, a été en partie additionnée d'acide tartrique, qui devait, dans la pensée de l'auteur, empêcher l'action des bactéries. La fermentation a eu lieu, mais on connaît des bactéries qui supportent un assez haut degré d'acidité. L'opinion de M. Dünnenberger, quoique très probablement exacte, est donc loin d'être démontrée. Il est, en outre, peu correct d'appliquer au *Saccharomyces minor* du levain, les faits qui ont été observés avec le *Saccharomyces cerevisiæ*. Il est d'ailleurs difficile de refuser aux bactéries toute intervention dans la fermentation panaire, puisque les acides qui se forment à la suite de leur développement influent notablement sur la saveur du pain. L'action peptonisante du levain, qui pourrait ne pas être sans importance au point de vue de la digestibilité du pain, est peut-être également attribuable à un *Bacterium*.

Wigand considère son *Bacterium farinaceum* comme l'agent de la fermentation panaire. Comme il ne dit pas un mot du *Saccharomyces minor*, il est probable qu'il ne s'est pas défié de l'action de cet organisme et qu'il a pu attribuer à l'un ce qui revient en réalité à l'autre.

M. G. Archangeli, dans une note trop brève pour que les méthodes employées puissent être critiquées, assigne le rôle principal au *Saccharomyces minor*, mais il ajoute qu'il a trouvé dans le levain le *Bacillus subtilis* et le *Mycoderma vini*, le premier capable de dissoudre l'amidon et l'albumine, le second formant de l'acide acétique. Le *Mycoderma vini* ne donnant pas, que nous sachions, de fermentation acétique, il y a probablement confusion avec le *Micrococcus aceti* dont l'ancien nom est, en effet, *Mycoderma aceti*.

On voit, par ce qui précède, que nos connaissances sur la fermentation panaire sont encore bien peu avancées.

Il semblait avant tout indiqué d'étudier exactement la flore du levain, d'isoler les différents organismes qui l'habitent, d'en décrire les caractères morphologiques, d'en préciser l'action sur le substratum, pour expliquer enfin la fermentation panaire dans son ensemble.

Pour observer les organismes, on délaye du levain dans l'eau, on laisse sécher une goutte de ce liquide sur une lamelle mince, on teint avec la liqueur recommandée par M. Dünnenberger, aniline-eau-violet de méthyle, on lave à l'alcool, puis à l'eau; on laisse sécher de nouveau et on observe la préparation dans le baume du Canada. Les grains d'amidon demeurent presque incolores, tandis que les bactéries et les levures sont fortement teintes.

L'auteur a trouvé régulièrement trois formes de levures, auxquelles vient s'ajouter parfois une quatrième.

1. La plus fréquente consiste en cellules presque sphériques, souvent un peu aplaties au point d'attache et d'un diamètre d'environ 3 μ,5. Elles forment dans la goutte suspendue ou dans un liquide au repos, des colonies ramifiées ou de courts chapelets simples et dans la gélatine des colonies circulaires qui,

plus tard, s'élèvent verticalement à une hauteur d'un millimètre sur un diamètre d'un quart de millimètre et se recourbent quelquefois au sommet, en vertu de leur poids. Cet organisme cultivé sur des plaques de plâtre humides, développe des asques de 7-8 μ de diamètre, contenant 2, plus rarement 3 ou 4 spores. Dans l'eau sucrée additionnée d'eau de levure ou de peptone, ou d'extrait de malt, il provoque une fermentation vive avec production d'alcool, d'acide carbonique et de très faibles quantités d'acides, parmi lesquels on a pu reconnaître l'acide acétique. Il s'agit donc ici du *Saccharomyces minor* Engel[1]. La fermentation est loin d'être faible, comme il avait été dit, mais elle ne peut cependant être comparée à celle du *Saccharomyces cerevisiæ*.

2. La deuxième forme, presque de même grandeur que la précédente, s'en distingue par la forme ovale des cellules, longues de 3-4 μ, larges de 2.5-3 μ. Elle donne dans les solutions nourricières des colonies assez grandes, très ramifiées; dans la gélatine, des colonies circulaires qui souvent ne tardent pas à se franger sur le bord, ce qui permet de les distinguer du *Saccharomyces minor*. Comme chez celui-ci, la colonie s'élève au-dessus de la gélatine, mais en une colonnette plus large et moins haute.

Les ascospores se forment facilement sur les carrés de plâtre, au nombre de 1-4 dans chaque asque.

Cette forme donne également une forte fermentation alcoolique.

3. La troisième levure constamment présente dans le levain est le *Mycoderma vini*, mais elle s'y rencontre en quantité très variable. Lorsque le levain a été ravivé par des additions de farine, cette espèce est peu abondante, parfois si peu même qu'on a de la peine à la trouver; elle augmente beaucoup à mesure que le levain vieillit, et surtout à la surface, où elle peut devenir absolument dominante. Tout ceci semble indiquer que le *Mycoderma vini* constitue dans le levain une impureté, évitée lorsqu'on a opéré selon la règle, susceptible, au contraire, d'un développement exagéré lorsqu'on se rend coupable de négligence et qui, dans ce cas, pourrait bien influer sur la marche de la fermentation panaire.

4. Dans certains cas isolés, on trouve enfin dans le levain des formes qui, probablement, appartiennent au *Saccharomyces cerevisiæ*. On admettra facilement que ce champignon s'y introduise par accident dans une boulangerie où l'on se sert fréquemment de la levure de bière ou que le boulanger l'y ait ajouté à dessein. Nous ne nous en occuperons pas davantage.

En ce qui concerne le *Saccharomyces minor* et le *Mycoderma vini*, les faits que nous venons d'exposer sont d'accord avec les recherches de M. Boutroux. Le savant français a trouvé en abondance le *Saccharomyces cerevisiæ*, ce qui trouve son explication naturelle dans la provenance du levain dont il s'est servi; mais, en outre, M. Boutroux décrit une quatrième forme, voisine du *S. minor* qui, d'après l'auteur, ne peut prétendre à être l'un des habitants réguliers du levain. D'ailleurs ce champignon ne produit aucune fermentation. En revanche, M. Boutroux ne dit rien de la forme qui a été décrite sous le n° 2.

1. *Des fermentations alcooliques*, Thèse, Paris, 1872.

L'auteur s'occupe ensuite de la recherche des bactéries et s'attache d'abord à trouver et à isoler le *Bacillus panificans* de M. Laurent. Il n'y a pas réussi, du moins en ce sens qu'aucune des formes isolées ne réunit les diverses qualités que le savant belge attribue à cette espèce. Il a séparé diverses formes qui, dans leur ensemble, simulent bien le travail de ce *Bacillus panificans*. Commençons par celui qui lui ressemble le plus.

Bactérie A. — Colonies arrondies, à croissance lente, de couleur brun jaune mat et qu'on obtient facilement en ensemençant la gélatine nourricière neutre de Koch avec une délayure de levain dans l'eau stérilisée. Ce sont des bâtonnets dont la longueur dépasse de la moitié de la largeur, isolés ou réunis par deux, motiles, ou bien, dans les vieilles cultures, immobiles et réunis en filaments. La gélatine n'est pas liquifiée. On n'a jamais pu observer le développement de spores. Cet organisme ne dissout ni l'albumine, ni l'amidon et ne provoque aucune fermentation avec production de gaz dans la farine.

Bactérie B. — Assez semblable à la précédente, mais d'une croissance plus rapide et donnant des colonies plus étendues. Ce sont encore des bâtonnets de 1 µ 5 de long sur 0 µ 4 de large, isolés ou réunis par deux, motiles, assez semblables au bacille de l'acide lactique que Flügge a figuré dans son livre sur les microorganismes. Cultivés dans un milieu liquide, ils forment une peau mucilagineuse, dans laquelle les bâtonnets retenus par une gelée abondante, ne tardent pas à s'allonger en filaments contournés et feutrés. Plus tard les filaments se désarticulent, la peau disparaît sans qu'il se forme de spores. La bactérie B attaque faiblement l'amidon.

Bactérie C. — Très abondant dans le vieux levain. Elle forme des colonies arrondies et brunes, assez saillantes et manifestant une tendance à s'étendre sur la gélatine. L'individu isolé est un corpuscule long de 1 µ 6, large de 0 µ 8, obtus d'un côté, aminci de l'autre; ces corpuscules sont isolés ou réunis deux à deux, exceptionnellement quatre à quatre. Lorsqu'ils sont géminés, ce sont les gros bouts qui se touchent. Ils sont immobiles et forment à la surface de la solution nourricière une membrane fine et délicate. L'expérience directe a montré que cette bactérie transforme l'alcool en acide acétique. Elle n'est pourtant pas identique avec le *Micrococcus aceti*, ressemble plutôt à cette bactérie acétique que M. Duclaux décrit p. 504-505 de sa *Microbiologie*. On l'isole facilement en ensemençant avec du vieux levain une solution nourricière alcoolique, terrain peu favorable au développement des autres espèces.

Bacille D. — Les colonies sur gélatine, assez semblables quant à la grandeur et à la couleur à celles de la bactérie A, s'en distinguent par la forme courbe à angle rentrant, comparable à un sac de farine qu'on aurait jeté sur une arête vive. Elles sont formées de longs filaments d'un diamètre de 0 µ 5 ou dans les cultures jeunes, de filaments plus courts qui, transportés dans un liquide, se montrent doués d'une motilité plus ou moins grande. Les spores se forment dans une partie des cellules dont les cloisons séparatrices deviennent d'abord plus apparentes. Elles sont longues de 1 µ 4 et larges de 0 µ 5 et occupent le milieu des cellules mères. Bref, sans entrer dans les détails, le bacille ressemble au *Bacillus subtilis* quant à la germination des spores, la forme motile, le développement de longs filaments immobiles qui deviennent sporifères. Il s'en distingue par les dimensions plus faibles des bâtonnets, par

l'aspect des spores; il est en outre incapable de liquéfier la gélatine, mais il corrode les grains d'amidon.

Bacille E. — Les spores ont une longueur d'environ 1 μ 6 et une largeur de 0 μ 8. Après la germination, le bâtonnet commence bientôt à se mouvoir et à se diviser; les articles tantôt restent unis assez longtemps, tantôt se séparent presque aussitôt; dans le premier cas il en résulte parfois de très longues chaînes douées de mouvements ondulatoires, et qui, à l'occasion, se désarticulent en bâtonnets dans lesquels naissent les spores par un procédé différent de ce qu'on voit ordinairement chez les bactéries endosporées. Le bacille E n'a pas provoqué de fermentation, mais il jouit de propriétés enzymatiques très prononcées, liquéfie énergiquement la gélatine et l'albumine coagulée, et corrode les grains d'amidon. Il est évidemment voisin du *Bacillus subtilis*, mais ses cellules sont beaucoup plus grandes et la germination des spores est différente.

Tels sont, rapidement esquissés, les organismes qu'il a été possible d'observer et d'isoler.

Il convient de se demander d'abord quels sont les producteurs de l'alcool du levain; à cet effet l'auteur fait agir les *Saccharomyces* sur une pâte faite avec de la farine et de l'eau stérilisées. La farine a été maintenue pendant vingt-quatre heures à 115-120°, on y a ajouté de l'eau stérilisée et on a ensemencé cette farine humectée avec l'une des deux espèces de *Saccharomyces*. On a toujours observé la fermentation et la production d'alcool. Les bactéries du levain au contraire, prises seules, n'ont jamais donné de fermentation alcoolique. On n'obtient même le plus souvent aucun dégagement de gaz, sauf avec la bactérie B, et ce faible dégagement pourrait bien résulter de la fermentation lactique que cette bactérie provoque.

Il semble donc certain que les bactéries du levain ne concourent pas essentiellement à la levée de la pâte avant la cuisson et que ce phénomène est entièrement dû aux *Saccharomyces*.

Quant aux acides qui se forment pendant la fermentation panaire, nous savons que la bactérie C transforme l'alcool en acide acétique, que la bactérie B peut former de l'acide lactique, mais on n'a pu trouver le producteur de l'acide butyrique qui apparaît dans le levain, d'après Birnbaum et d'autres observateurs. Le bacille D dissout l'amidon et le bacille E peptonise l'albumine.

Il est donc clair que la fermentation panaire consiste en une série de phénomènes parallèles, les uns indépendants, les autres enchaînés les uns aux autres, et dont le plus important, la fermentation alcoolique, doit être attribué à des *Saccharomyces*. Les fermentations acides et les dissolutions produites par les bactéries ne viennent qu'en seconde ligne.

Chimie agricole.

Recherches sur l'influence de la végétation et de l'ombrage sur les qualités physiques du sol, par M. E. WOLLNY[1].

1. *Influence des cultures sur la température et l'humidité du sol. a. — Température.* Les plantes agricoles empêchent plus ou moins l'échauffement de la surface du sol et cet effet est d'autant plus grand que les plantes sont plus avancées dans leur développement ; si on compare entre elles les températures de sols couverts de cultures variées, les différences se font sentir d'autant plus vite que les plantes se développent plus rapidement, et *vice versa*. Mais ces influences de la végétation sur la température du sol tendent à s'effacer si les plantes sont très serrées de sorte que les différences observées sur des cultures de nature diverse disparaissent complètement lorsque les plantes sont très serrées et très développées. La quantité de chaleur que le sol reçoit depuis le printemps jusqu'à l'arrière-saison dépend de l'épaisseur et de l'ampleur de l'ombre portée des plantes ainsi que de la durée de la végétation. On comprend dès lors que le phénomène est très-complexe et que l'état des choses ne peut pas être déduit d'une donnée isolée. Cependant on peut admettre d'une manière générale que les fourrages vivaces, très serrés, contribuent le plus à l'abaissement de la température du sol; nous pouvons inscrire à leur suite les légumineuses à graines, et surtout les espèces couchées, telles que les pois, les vesces, etc., puis les céréales, le colza, et enfin, comme les espèces les moins défavorables, les plantes à racines et à tubercules, betteraves, pommes de terre, etc.

Il était évidemment facile de prévoir tous ces faits, mais nous devons néanmoins savoir gré à l'auteur d'avoir interrogé l'expérience directe, de nous avoir communiqué de très nombreuses observations et surtout de les avoir résumées sous une forme aphoristique.

b. Humidité du sol. — La couverture végétale enlève au sol une quantité plus au moins grande d'eau; cette quantité s'accroît en même temps que les plantes, et atteint son maximum lorsque les végétaux ont acquis leur plein développement pour la maturité. Les fanes mortes contribuent au contraire, comme tout objet inerte, à entretenir l'humidité.

Les différences qu'on peut remarquer sous ce rapport entre les cultures, se font sentir d'autant plus vite que l'accroissement des plantes est plus rapide et inversement. Ces actions différentielles sont d'ailleurs d'autant plus effacées que les plantes sont plus serrées. Pendant la végétation, l'humidité du sol dépend d'une part de la densité et du développement de la couverture végétale, d'autre part de la durée de la végétation. Plus les plantes sont serrées, plus elles sont développées et plus le sol perd de son humidité. On peut admettre que les plantes fourragères très serrées, trèfle, graminées, etc., dépensent les plus grandes quantités d'eau, que les espèces très feuillues, les espèces dressées et de longue durée (soja, fèves, colza, etc.) viennent ensuite. Les plantes couchées et les céréales dessèchent moins le sol, les plantes à racines et à tubercules sont les moins exigeantes de toutes.

1. *Forschungen auf dem Gebiete d'Agrikulturphysik*, XII, 1-75.

Recherches sur l'acide carbonique contenu dans l'air confiné dans le sol, par M. E. Wollny[1]. — L'auteur avait annoncé que la production de l'acide carbonique dans le sol diminue considérablement sous l'influence du chloroforme et il en avait déduit que ce dégagement résulte du travail de certains microorganismes. M. Dehérain a confirmé le fait, mais il pense que le dégagement de l'acide carbonique n'étant pas complètement supprimé, le sol doit être en même temps le siège d'une oxydation purement chimique aboutissant à un dégagement d'acide carbonique.

M. Wollny craint que le chloroforme n'ait pas entièrement supprimé le travail des microbes. Il a donc recours à des moyens de stérilisation ; élévation de la température à 115° pendant six heures, et bichlorure de mercure à la dose de 0.09 p. 100 de la masse de terre.

Voici les résultats de l'expérience :

	ACIDE CARBONIQUE formé pour 1,000 vol. d'air inclus en 24 heures.	RAPPORTS
Terre non stérilisée	94.756	100.0
Terre chauffée	1.114	1.2
Terre non stérilisée	23.745	100.0
Terre stérilisée au bichlorure	1.072	4.5

Il reste donc toujours la possibilité d'une lente combustion chimique, à moins que l'acide carbonique, d'abord absorbé par les matières organiques et se dégageant ensuite peu à peu, ne suffise pas pour former ce reste, mais il est certain que l'oxydation du carbone des matières organiques est surtout un phénomène biologique, se rattachant à la vie de certains organismes inférieurs.

Conclusions. — 1. La quantité d'acide carbonique dégagé dans le sol n'est pas proportionnelle à la quantité de matières organiques que ce sol renferme. Elle ne lui est proportionnelle que lorsque les matières organiques sont peu abondantes ; l'acide carbonique dégagé croît moins vite que la teneur en matières organiques, et peut même devenir constante parce que l'acide carbonique entrave le travail des organismes et parce que l'augmentation des matières organiques au delà d'un certain maximum modifie le sol d'une manière défavorable à la décomposition.

2. La température et le degré d'humidité du sol contribuent pour leur part à troubler la relation entre l'acide carbonique dégagé et la quantité de matière organique du sol, notamment lorsqu'ils agissent en sens inverse.

1. *Landwirthsch. Vers.-Stat.*, XXXVI, 197-214.

3. La quantité d'acide carbonique du sol ne permet donc en aucune façon de porter un jugement sur la quantité d'humus que ce sol contient.

4. Le purin diminue la décomposition des matières organiques du sol, toutes les fois que ce liquide augmente la concentration de la solution dont le sol est imprégné; il l'augmente au contraire quand il dilue cette solution ou que les sels sont énergiquement absorbés par les particules du sol.

La fibre brute et quelques formes de la cellulose, par M. W. HOFFMEISTER[1]. — Quand il s'agit de doser la fibre brute des fourrages, on se sert presque toujours de la méthode de Weende; la matière est bouillie successivement, et chaque fois pendant une demi-heure, dans l'acide sulfurique étendu, à 1.25 p. 100, puis dans l'eau, puis dans la potasse à 1.25 p. 100, enfin de nouveau dans l'eau. Un autre procédé, dû à M. Schulze-Henneberg, consiste à épuiser d'abord la matière par l'eau, l'alcool et l'éther, à la faire macérer ensuite à froid, pendant 12-14 jours dans un mélange d'acide nitrique étendu et de chlorate de potasse, et après lavage, à la faire digérer avec de l'ammoniaque étendue.

Ni l'une ni l'autre de ces méthodes ne paraissent sans reproche aux yeux de l'auteur; elles donneraient en effet des résultats fautifs et inégaux, sans compter l'inconvénient de la perte du temps et du gaspillage de grandes quantités de liquides.

L'auteur préfère donc le procédé que nous allons décrire en peu de mots : La matière est d'abord réduite en fragments aussi menus que possible; lorsqu'elle est très riche en substances grasses, cela n'est guère facile, on commence alors par en extraire la majeure partie par l'éther. La masse suffisamment fine est ensuite complètement épuisée par l'éther. Cette opération préparatoire a pour but de faciliter les réactions ultérieures et de rendre les filtrations plus rapides. On arrose alors la substance introduite dans un ballon avec de l'acide chlorhydrique d'une densité de 1.05. Dans les cas ordinaires, 6 parties d'acide pour une de matière suffisent. Lorsque la matière est très volumineuse, il en faut davantage, pour que le tout baigne entièrement et qu'on puisse agiter facilement la masse; on ajoute une quantité suffisante de chlorate de potasse et on abandonne le ballon à lui-même, à la température ordinaire, en ayant soin toutefois de l'agiter fortement de temps en temps. La réaction est le plus souvent terminée au bout de vingt-quatre heures. La substance a pris une coloration jaune clair. Lorsque la substance renfermait primitivement de l'amidon, on peut s'assurer par l'iode appliquée à une petite partie lavée dans l'eau, que cet amidon a totalement disparu. On étend la masse avec de l'eau, on filtre et on lave d'abord à l'eau froide, ensuite à l'eau chaude. On introduit dans un ballon la matière qui reste sur le filtre et on le chauffe au bain-marie pendant une ou deux heures avec de l'ammoniaque étendue, on filtre de nouveau et on lave avec de l'eau, puis à l'alcool et à l'éther.

L'auteur a appliqué sa méthode comparativement avec l'ancienne, à un certain nombre de produits, tels que les différents tourteaux, les vesces, le son, etc., et il trouve que, presque toujours, les chiffres sont plus forts que ceux

1. *Landwirthsch. Jahrb.*, 1888, 239-265; — *Biederm. Centralbl.*, XVIII, 324.

fournis par la méthode de Weende. Il en conclut que les acides et les alcalis étendus et bouillants dissolvent et détruisent une partie plus au moins importante de la cellulose, opinion qu'il croit pouvoir baser sur les faits suivants :

1° Il paraît certain qu'aucune matière autre que la cellulose n'a résisté à la liqueur chlorée si énergique. On n'a pu trouver en effet aucune de ses substances qu'il aurait été pourtant facile de décéler dans la fibre brute restante, sauf des quantités très faibles de matière azotée (protéine) et de cendres.

2° L'analyse élémentaire restant après le traitement de tourteaux de palme et de son, a donné approximativement la composition de la cellulose.

3° Lorsqu'on soumet la cellulose restante au traitement de Wende, une partie de la matière se dissout et le résidu correspond aux nombres fournis par cette méthode. La solution acide que l'on obtient ainsi réduit la liqueur de Fehling et renferme un sucre fermentescible.

4° L'eau bouillante, à la pression ordinaire, détruit une quantité plus ou moins notable des parties délicates de la cellulose de Hoffmeister. Une partie de cette cellulose est directement transformée en un sucre réducteur par l'eau chauffée dans une marmite de Papin à 2 1/2-3 atmosphères.

L'auteur a étudié ensuite avec soin la cellulose qu'il a isolée et conclut en ces termes :

1° On peut séparer différentes formes de la cellulose en faisant agir sur la cellulose brute des lessives de soude froides de concentrations diverses, de 1-10-15 p. 100. La lessive à 1-5 p. 100 dissout la presque totalité de ce qui est soluble même dans les lessives les plus fortes, mais celles-ci laissent toujours une partie inattaquée. La plus grande diversité règne sous ce rapport parmi les celluloses d'origine variée. La soude à 1 p. 100 dissout par exemple la plus grande partie de la cellulose des tourteaux de palme.

2° Ces formes solubles de la cellulose ne diffèrent pas typiquement de la cellulose ordinaire; elles sont solubles dans le réactif de Schweitzer et donnent les réactions de la cellulose, quoique assez difficilement dans bien des cas.

3° Ce sont elles qui, selon le degré de leur solubilité, sont plus ou moins facilement décomposées, transformées en sucre ou en alcool; elles sont également plus facilement digestibles.

4° Tous les bois étudiés contiennent ces celluloses solubles dans les lessives à 5 p. 100 et même à 1 p. 100 (gomme de bois) et cela en quantités notables.

5° On a réussi plusieurs fois, après extraction par l'acide chlorhydrique froid et l'ammoniaque, à dissoudre tout le résidu dans la liqueur de Schweitzer et à doser ainsi la cellulose précipitée de cette dernière liqueur.

6° Il résulte de tout ceci que ce sont des substances inconstantes qui insolubilisent les formes solubles de la cellulose, et que ces substances peuvent être ordinairement enlevées par l'acide chlorhydrique ou par l'ammoniaque. L'ammoniaque en particulier extrait un corps qui offre les réactions de la lignine. Ce qui a été dit en 4° et en 6° s'applique aussi bien au liège qu'au bois.

Observations sur l'article précédent, par M. TH. PFEIFFER[1]. — La mé-

1. *Biederm. Centralbl.*, XVIII, 328.

thode de Weende employée presque partout pour le dosage de la fibre brute, n'est qu'une méthode conventionnelle, dont les résultats sont comparables lorsqu'on a soin d'opérer toujours dans les mêmes conditions. Il est très possible que l'ébullition avec les acides et les alcalis détruise certaines parties délicates de la cellulose, mais il est non moins probable que la méthode de Hoffmeister compte comme cellulose des corps qui n'en sont pas.

Nous manquons malheureusement d'un criterium qui nous permette de tracer une limite nette entre la cellulose et les autres corps ternaires (les corps gras exceptés) que renferment les matières alimentaires. Il faut donc renoncer à produire une preuve directe de ce qu'on vient de lire.

Néanmoins les considérations suivantes suffiront pour nous guider dans le jugement des diverses méthodes proposées.

M. Hoffmeister ne croit pas que le mélange chloré si énergique ait pu laisser inattaquées des substances autres que la cellulose parce qu'il n'a retrouvé aucun de ces corps dans sa fibre brute. C'est avant tout l'amidon qu'il importe de considérer ici. L'auteur a donc étudié l'action que le mélange chloré de Hoffmeister exerce sur ce corps. L'expérience a montré qu'il a fallu plus de cinq jours pour faire disparaître la réaction de l'amidon dans le résidu laissé par 10 grammes de fécule de pomme de terre et que le résidu est lui-même très considérable au bout de six jours. L'amidon résiste donc très bien à la liqueur de Hoffmeister, il se transforme peu à peu en un corps qui paraît être l'amylodextrine, corps qui ne donne pas la réaction bleue avec l'iode, échappe par conséquent à cet unique moyen de contrôle; il est vrai que l'amylodextrine est très soluble dans l'eau, mais en revanche l'amidon est enfermé dans les cellules restées intactes, quelque fine que soit la matière, et résiste d'autant mieux aux réactifs.

M. Hoffmeister trouve que sa fibre brute donne à l'analyse élémentaire la composition de la cellulose, mais cela ne prouve rien puisque l'amidon, l'amylodextrine et autres corps semblables, possèdent la même composition. Si la cellulose de Hoffmeister, bouillie avec l'acide sulfurique dilué ou avec de l'eau donne un sucre fermentescible, cela semblerait indiquer qu'elle contenait des corps qui se transforment facilement en sucre, ce qui n'est pas le cas pour la cellulose. Quant aux réactions particulières de la cellulose, il est facile de se convaincre que l'amylodextrine, comme la cellulose, se colore en bleu par l'acide sulfurique et l'iode, et qu'elle est également soluble dans la liqueur de Schweitzer. Il n'est donc pas le moins du monde démontré que la fibre brute de Hoffmeister est de la cellulose pure, et il n'y a aucune raison sérieuse de renoncer, quant à présent, à une méthode d'analyse qui a fait ses preuves.

Physiologie végétale.

Sur les corps autres que l'acide carbonique qui peuvent servir à la formation de l'amidon dans la plante verte, par M. TH. BOKORNY[1]. — Sauf quelques expériences relatives à la théorie de Baeyer et dont nous parlerons plus loin, le présent travail n'est guère qu'un résumé synthétique des recherches

1. *Landwirthsch. Vers. Stat.*, XXXVI, 229-242.

faites dans ces dernières années sur la formation de l'amidon à l'obscurité et aux dépens de différents corps qu'on offre aux feuilles à un degré de concentration ordinairement assez élevé.

Les lecteurs des *Annales agronomiques* connaissent ces travaux, nous n'aurons donc pas à y insister en détail. Mais nous n'avons pas eu l'occasion, jusqu'à présent, d'analyser ici la note que M. Bœhm[1] vient de publier dans le *Bot. Centralblatt.* et sur laquelle il convient d'attirer l'attention. Il faut remonter un peu plus haut pour bien en faire comprendre la portée.

M. Bœhm d'abord (1883), puis M. Arth. Meyer (1885) et M. Laurent (1888) ont fait voir qu'une feuille ou une pousse de pomme de terre auxquelles on donne du sucre de canne, de la lévulose, de la dextrose, forment de l'amidon à l'obscurité, d'où ces auteurs concluent que la plante est capable de prendre au dehors ces matières organiques toutes faites et de les transformer. On réussit moins généralement avec quelques autres matières : le sucre de lait chez la pomme de terre (Laurent), la maltose chez le dahlia (Meyer), la mannite chez les oléacées (Meyer), et la dulcite chez le fusain, enfin la glycérine chez le *Cacalia suaveolens* (Meyer) et la pomme de terre (Laurent).

M. Bœhm nous présente aujourd'hui une curieuse expérience sur le *Sedum spectabile* qui met en doute la légitimité de la conclusion que tout le monde, et M. Bœhm tout le premier, avait tirée des faits anciennement connus. Voici de quoi il s'agit : si nous prenons une feuille affamée, c'est-à-dire privée d'amidon à la suite d'un séjour prolongé à l'obscurité, et que nous y pratiquions des trous à l'emporte-pièce, pour la faire flotter ensuite sur de l'eau sucrée, nous verrons que de l'amidon se forme dans les tissus de la feuille, autour des perforations. Mais si nous employons à la place de l'eau sucrée une solution concentrée de chlorure de sodium, le même phénomène se produit; il apparaît de l'amidon. Ce n'est pas le chlorure de sodium qui a pu en fournir les matériaux; ce sel agit donc physiquement et dès lors on est en droit de se demander si la solution de sucre n'agit pas physiquement de la même manière que le sel minéral.

Il est un fait à remarquer, c'est que la grande majorité des substances solubles ne donnent un résultat positif que lorsqu'on les emploie à un degré assez élevé de concentration, de 10 à 20 p. 100 pour le sucre, par exemple. Cet effet commun produit par des solutions concentrées ne serait-il pas dû tout simplement à l'exosmose qui se produit dans les tissus végétaux et qui est suivie d'une concentration croissante du suc cellulaire ? Ce ne serait pas la première fois que l'on remarque que la formation de l'amidon dépend de cette concentration du suc cellulaire, en supposant, bien entendu que les matériaux nécessaires, le sucre, se trouvent présents. Ce degré de concentration varie d'ailleurs d'une plante à l'autre. Il est bientôt atteint chez les spirogyres, il ne l'est jamais dans les conditions normales chez certaines plantes qui ne renferment conséquemment jamais d'amidon, quoique le sucre y abonde. Telles sont beaucoup de liliacées, parmi elles les aulx, les scilles, muscari, etc. Cent centimètres cubes du jus des feuilles de l'oignon de cuisine renferment 3 gr. 2 d'hydrates de carbone solubles, dont 2 gr. 5 en sucres réducteurs, le

1. *Bot. Centralbl.*, 1889, n° 13.

reste en sucre de canne. Si on donne du sucre à une de ces feuilles et qu'on augmente ainsi artificiellement la concentration du suc cellulaire, on voit se former de l'amidon, chez une plante qui n'en renferme jamais à l'état normal.

On voit que le problème est nettement posé : de deux choses l'une, ou toutes les deux à la fois. Ou bien la cellule à laquelle on offre du sucre, en absorbe et le transforme en amidon, ou bien, la cellule, renfermant déjà la glycose de réserve, perd de l'eau au contact de l'eau sucrée, son suc cellulaire se concentre assez pour que la transformation du sucre en amidon devienne possible, sans qu'il pénètre de sucre dans la cellule, ou bien enfin les deux phénomènes sont concomitants.

Il est bien difficile de répondre aujourd'hui à ce trilemme autrement que par des conjectures; nous sommes en effet trop mal renseignés sur des détails qui, semblant dénués d'intérêt, ont été négligés par les auteurs.

Y a-t-il toujours eu du sucre de réserve dans les feuilles qu'on a fait flotter sur l'eau sucrée et dans lesquelles il s'est développé de l'amidon?

Y a-t-il eu plasmolyse et par conséquent concentration du suc cellulaire?

La matière offerte à la feuille a-t-elle réellement pénétré dans les cellules?

M. Laurent a vu se former de l'amidon avec une solution de dextrose ou de lévulose à 2.5 p. 100. C'est bien peu pour provoquer la plasmolyse. M. Bokorny nous cite aujourd'hui des résultats positifs avec des solutions dont la concentration ne dépassait pas 1 p. 100 et même 1 p. 1000. Il est enfin difficile d'admettre que la très grande quantité d'amidon que la pomme de terre étiolée a formée entre les mains de M. Laurent provienne en totalité des sucres de réserve.

Il est à remarquer, dans un autre ordre d'idées, que M. Bœhm a mis la main sur le *Sedum spectabile* après bien des recherches infructueuses, que cette plante ne peut servir de soutien à la nouvelle théorie du sucre de réserve.

Aux yeux de M. Bokorny, il n'y aurait donc pas lieu de changer la signification des anciennes expériences et il y aura toujours le même intérêt à voir quelles sont les substances avec lesquelles la plante peut faire de l'amidon.

Après avoir cité les deux alcools hexatomiques, la mannite et la dulcite, l'auteur rappelle que l'érythrite, alcool tétratomique n'a fourni jusqu'à présent que des résultats négatifs.

L'acide tartrique, à 4 atomes de carbone, mérite une mention spéciale; c'est lui que Liebig considérait comme le chaînon intermédiaire de l'assimilation; l'acide carbonique donnant d'abord divers acides végétaux, oxalique, tartrique et malique.

M. Stutzer (1877) a essayé de remettre la théorie de Liebig en honneur, en s'appuyant sur l'expérience suivante : on fait une pâte avec du tartrate de chaux (ou une autre substance organique) de la solution nourricière complète de Nobbe et du sable quartzeux, on y repique des plantules de *Brassica rapa*, on recouvre le tout de manière à empêcher l'accès de l'acide carbonique de l'air et on l'expose à la lumière. On constate alors un accroissement très considérable de la matière sèche. Le résultat est d'ailleurs le même quand on place à côté de la plante un vase contenant de la potasse caustique, sauf avec l'oxalate de chaux à la place du tartrate, et qui ne donne qu'un résultat négatif quand on prend cette dernière précaution.

On voit que les microbes n'ont pas été exclus et ne pouvaient pas l'être

avec ce dispositif; or l'acide tartrique constitue un excellent terrain pour le développement des microrganismes; de l'acide carbonique a pu être émis par eux et a pu servir à l'assimilation.

De son côté, et tout récemment, K. Ballo a essayé de soutenir la théorie de Liebig par des considérations purement chimiques. Il a montré que le sulfate de fer réduit l'acide tartrique en corps isomères avec les hydrates de carbone, avec formation de corps plus oxygénés; parmi ceux-ci figure une substance, l'acide isoarabique qui a pour formule $C^6H^{10}O^5$. Certes le fait est intéressant et le rôle que le fer de la chlorophylle pourrait enfin jouer dans l'assimilation a quelque chose de séduisant, mais la théorie de l'aldéhyde formique est encore plus simple, puisqu'on tire facilement un sucre de cet aldéhyde.

M. Bokorny revient ensuite à la glycérine qui a été employée avec succès simultanément par M. Meyer et M. Laurent en 1886. Il reprend ces expériences mais en substituant aux solutions à 1 p. 100 ou à 10 p. 100 des solutions beaucoup plus étendues.

Dix grammes de lentilles d'eau fraîchement récoltées donnent 0 gr.42 de matière sèche. Deux autres lots de 10 grammes ont été placés, l'un dans une solution nourricière minérale additionnée de glycérine à la dose de 1 p. 1000, l'autre dans la solution minérale sans glycérine. Les deux appareils ont séjourné du 4 au 20 octobre à l'obscurité. Les plantes de contrôle ont fourni 0gr.39 de matière sèche, celles qui avaient reçu de la glycérine 0gr.75. La différence est assurément telle qu'elle ne peut être mise que sur le compte des propriétés nourricières de la glycérine.

M. Bokorny a également observé un fort accroissement de la matière sèche en donnant aux plantes du glycol.

Mais les expériences sur l'aldéhyde formique lui semblent beaucoup plus intéressantes, on sait pourquoi. Malheureusement ce corps est extrêmement vénéneux pour les plantes, si vénéneux qu'une solution à 1 p. 1,000 et même à 1 p. 10,000 n'est pas supportée.

Naturellement ceci ne prouve rien, attendu que ce corps qu'on suppose être l'intermédiaire entre l'acide carbonique et les hydrates de carbone, peut et doit se condenser aussitôt formé, se combiner molécule à molécule avec l'albumine active, d'où il sort à l'état condensé.

La théorie de Baeyer n'est donc en aucune façon ébranlée par les propriétés vénéneuses de l'aldéhyde formique, mais cela n'empêche pas que l'expérience vaut mieux que toutes les considérations théoriques.

C'est pourquoi MM. Loew et Bokorny et aujourd'hui M. Bokorny seul, font les essais avec un corps non vénéneux, le méthylal qui se dédouble facilement en alcool méthylique et en aldéhyde formique, avec absorption d'eau :

$$H^2O + CH^2\begin{matrix} \nearrow O.CH^3 \\ \searrow O.CH^3 \end{matrix} = \begin{matrix} \nearrow H \\ C{=}O \\ \searrow H \end{matrix} + (HO.CH^3)^2$$

Si on introduit un demi-centimètre cube de méthylal et un demi-centimètre cube d'eau dans un tube à essai et qu'on y fasse couler 1-2 gouttes d'acide sulfurique concentré, on remarque aussitôt l'odeur caractéristique de l'aldéhyde formique, et si l'on y ajoute ensuite une solution argentique assez alcaline

pour neutraliser l'acide, on obtient un abondant précipité d'argent métallique.

M. Bokorny se figure que la plante est, comme l'acide sulfurique, capable de dédoubler le méthylal et se trouve ainsi conduit à faire des expériences de nutrition non plus directement avec l'aldéhyde, mais avec le méthylal.

Les essais à l'obscurité ayant échoué, il opère à la lumière, mais en éliminant l'assimilation directe de l'acide carbonique qui constituerait ici une grave cause d'erreur. Des filaments de spirogyre, d'abord privés de l'amidon par un séjour prolongé à l'obscurité, ont été lavés à plusieurs reprises avec de l'eau purgée d'acide carbonique, puis déposés dans des verres d'une contenance de 15 cent. cubes et dans lesquels on versait soit de l'eau distillée soit une solution de méthylal à 1 p. 1000 ou 1 p. 100. Les verres bien clos ont été exposés pendant quatre heures ou davantage à la lumière. On a constaté ainsi que les algues plongées dans la solution de méthylal développent de l'amidon, tandis que les filaments de contrôle, flottant dans l'eau distillée, n'en forment tout au plus que des traces. Il n'est pas possible d'admettre que le méthylal comme tel est employé pour la formation de l'amidon; il est au contraire beaucoup plus probable que ce corps se dédouble en alcool méthylique et en aldéhyde formique. Mais d'autres expériences ont prouvé que l'alcool méthylique lui-même peut être employé par la plante, mais alors l'aldéhyde formique resterait pour exercer sur elle ses propriétés vénéneuses. Cela n'étant pas le cas, les filaments de spirogyre ne souffrant en aucune façon, il faut en conclure que l'aldéhyde formique est détruit par la plante au fur et à mesure de sa formation.

L'auteur considère cette expérience comme une preuve de la théorie de Baeyer.

Il fait enfin remarquer que les alcools supérieurs, propylique, isopropylique, butylique, isobutylique, amylique, ont toujours donné des résultats négatifs à la lumière. En revanche il n'a pas encore pu se former une opinion bien arrêtée sur le rôle de l'alcool éthylique.

VESQUE.

Le Gérant : G. MASSON.

3823. — MOTTEROZ. — Imprimeries réunies, B, rue Mignon, 2.

RECHERCHES

SUR L'ÉPUISEMENT DES TERRES ARABLES

PAR LA CULTURE SANS ENGRAIS

Par M. P.-P. DEHÉRAIN
Membre de l'Institut

§ 1. — Récoltes obtenues des terres cultivées sans engrais. Résultats fournis par leur analyse.

Dès 1875, époque de la création du champ d'expériences de Grignon, quatre parcelles furent réservées à la culture sans engrais; on espérait y voir peu à peu les récoltes s'atténuer, et pouvoir constater par l'analyse, au moment où cet épuisement deviendrait manifeste, les éléments qui faisaient défaut.

En 1887, deux de ces parcelles qui avaient déjà porté douze récoltes sans rien recevoir furent cultivées en betteraves, et tandis que les parcelles voisines, fumées régulièrement, fournissaient des récoltes de 35 à 40,000 kilogr. à l'hectare, l'une des parcelles restée sans engrais, **37**, donnait 13,900 kilogr. de racines, une autre, **53**, 10,100 kilogr.; c'est-à-dire qu'elles ne fournissaient plus que des récoltes insuffisantes pour laisser le moindre bénéfice.

L'épuisement des parcelles cultivées sans engrais fut également très sensible quand elles portèrent des légumineuses; en 1888, une parcelle restée sans engrais depuis 1875 ne donna que 3,600 kilogr. de trèfle incarnat pesé vert, tandis que l'ensemble des parcelles voisines, qui avaient été fumées régulièrement, en donnait 15,000.

En 1889, sur une parcelle fumée les années précédentes, on récoltait 8,800 kilogr. de foin de trèfle rose à l'hectare; sur la parcelle **37**, on n'obtint que 3,200 kilogr. et **53** n'en fournit que 2,600.

L'épuisement du sol est donc bien sensible pour les plantes exigeantes comme les betteraves et pour le trèfle, bien que les racines fussent couvertes de nodosités à bactéries, mais il l'est beaucoup moins pour les céréales; ainsi, en 1888, **37** ensemencé d'avoine des salines donna 31 quintaux métriques de grain, tandis que les parcelles qui avaient reçu des fumures antérieures en donnaient 33. La parcelle **53** qui portait de l'avoine à grappes en donna 22 quintaux métriques tandis que les parcelles fumées en fournissaient 32.

Il est manifeste que si l'état actuel de ces parcelles leur permet encore de porter des récoltes d'avoine, on ne peut plus les consacrer avantageusement à la culture des betteraves ou à celle du trèfle, et il importe de savoir quels sont les éléments qui y font défaut.

Cette détermination est d'autant plus intéressante qu'elle nous permettra peut-être d'engager les agronomes dans une voie nouvelle.

Nous parlons toujours des végétaux de grande culture d'une façon générale, et à part les légumineuses, pour lesquelles nous nous abstenons d'engrais azotés, nous supposons implicitement, en donnant des fumures composées des mêmes éléments, que le mode d'alimentation de toutes ces plantes est identique.

Peut-être n'en est-il pas ainsi, au moins d'une façon complète, et si, pour toutes nos plantes cultivées, l'acide carbonique aérien, les nitrates et les phosphates, les sels de potasse sont indispensables, peut-être quelques autres éléments sont-ils nécessaires aux unes et peuvent impunément faire défaut aux autres.

Il serait du plus haut intérêt de connaître ces exigences particulières, puisqu'alors nous devrions composer nos fumures, non seulement en tenant compte de la composition du sol, mais encore des exigences particulières des plantes que nous voulons y cultiver. L'analyse du sol de nos parcelles pouvait nous conduire à un premier aperçu sur cette question importante et on y a procédé.

On a d'abord déterminé la teneur en acide phosphorique total et assimilable (soluble dans l'acide acétique) du sol de 37 et de 53 en la comparant à celle de la parcelle 36 maintenue, par d'abondantes fumures de fumier, en bon état de fertilité; on a en outre procédé au dosage de la potasse soluble dans l'eau régale. On a obtenu les résultats suivants.

ACIDE PHOSPHORIQUE ET POTASSE DANS UN KILOGRAMME DE DIVERSES TERRES.

NUMÉROS DES PARCELLES	ACIDE PHOSPHORIQUE		POTASSE
	TOTAL	ASSIMILABLE	
	Gr.	Gr.	Gr.
36 (fumé)................	1.55	0.34	1.17
37 } sans engrais........	1.02	0.12	0.99
53 } sans engrais........	1.04	0.15	0.91

Bien que le sol de la parcelle **36** soit plus riche que celui des parcelles **37** et **53**, on ne saurait attribuer la faiblesse des récoltes de ces deux dernières parcelles au manque d'acide phosphorique ou de potasse ; en effet, un millième d'acide phosphorique est plus que suffisant pour subvenir aux besoins des végétaux quand, ainsi que nous le constatons ici, une partie de ce corps se trouve à l'état assimilable.

Les dosages des matières minérales alimentaires n'ayant conduit à aucun résultat, on a déterminé la teneur actuelle en azote et en carbone des matières organiques du sol des parcelles **37** et **21** restées toujours sans engrais et celle de la terre de **49** et de **32** fumées régulièrement. Pour mettre en lumière les changements produits par la culture sans engrais nous comparons aux dosages de 1888 ceux qui ont été exécutés en 1878.

AZOTE ET CARBONE PAR KILOS DE TERRES RESTÉES SANS ENGRAIS ET DE TERRES RÉGULIÈREMENT FUMÉES.

NUMÉROS DES PARCELLES	AZOTE			CARBONE		
	1878.	1888.	DIFFÉRENCES	1878.	1888.	DIFFÉRENCES
37 toujours sans engrais	1.67	1.48	0.19	15.19	7.30	7.89
21 toujours sans engrais	1.74	1.50	0.24	16.30	7.30	9.00
49 fumé	2.00	1.90	0.10	15.2	16.10	+ 0.9
32 fumé	2.00	1.86	0.14	16.6	16.00	— 0.6

La matière organique de la terre arable que nous apprécions par une analyse élémentaire est certainement très complexe, elle est sans doute formée par un mélange de plusieurs substances dont quelques-unes sont azotées, tandis que les autres ne le sont pas; mais bien qu'il nous soit impossible actuellement de songer à les isoler, nous ne pouvons manquer d'être frappé de voir combien le rapport du carbone à l'azote diminue de valeur dans les terres labourées remuées et non fumées.

C'est ce qui apparaît très clairement dans le tableau ci-joint où nous avons calculé ces rapports pour les terres fumées et pour les terres sans engrais analysées en 1878 et en 1888.

RAPPORT DU CARBONE A L'AZOTE POUR LES TERRES RESTÉES SANS ENGRAIS ET POUR LES TERRES FUMÉES

Nos des parcelles.	Valeur de $\frac{C}{Az}$ 1878.	1888.
37 toujours sans engrais	9.0	4.9
21 toujours sans engrais	9.3	4.8
49 fumé	7.6	8.4
33 fumé	8.3	8.5

Ces rapports varient sans doute beaucoup d'une terre à une autre; en effet, dans le très intéressant mémoire qu'il a consacré aux *transformations de la matière azotée de la terre arable*[1], M. Warington a reconnu que pour une terre toujours fumée au fumier de ferme, le rapport de $\frac{C}{Az} = 12$, et qu'il restait encore à 9.4 pour une terre qui n'avait reçu comme fumure que des sels ammoniacaux.

Il était probable *a priori*, qu'une terre forte comme celle de Rothamsted, bien moins perméable à l'air et à l'eau que celle de Grignon, devait mieux conserver sa matière carbonée, mais la marche du phénomène est cependant analogue; en effet, M. Warington parlant des oxydations que subit la matière organique dit : « La première étape de cette oxydation est caractérisée par une perte de carbone, l'azote restant d'abord engagé dans une combinaison organique. »

Ainsi M. Warington à Rothamsted, comme moi à Grignon, nous constatons qu'une terre, cultivée sans apport de fumier, commence par s'appauvrir de carbone, mais les effets sont bien plus sensibles sur la terre légère de Grignon que sur la terre forte de Rothamsted.

Nos terres cultivées pendant quinze ans sans engrais sont devenues incapables de porter des récoltes de betteraves ou de trèfle; l'analyse nous enseigne d'autre part que ces terres renferment encore des quantités notables d'azote, d'acide phosphorique et de potasse, mais que la matière carbonée y a diminué de plus de moitié; nous sommes donc conduits à attribuer la stérilité relative de ces terres à l'absence de la matière organique qui nous apparaît dès lors comme ayant, sur la fertilité, une influence décisive.

Il est bien à remarquer au reste que l'état d'épuisement des parcelles cultivées sans engrais, très sensible pour les betteraves,

1. *Ann. agron.*, t. IX, p. 324.

très sensible également pour le trèfle, l'est beaucoup moins pour l'avoine, ainsi qu'il a été dit plus haut.

En faudrait-il conclure que la matière organique peut impunément faire défaut à certaines plantes, tandis qu'elle est indispensable à d'autres? C'est ce que des expériences entreprises spécialement pour étudier cette question délicate permettront seules de décider.

Mais bien que nous n'ayons encore sur ce point que des indices, il n'est pas inutile de faire remarquer qu'ils s'accordent complètement avec les données de la pratique.

Les bons cultivateurs ont très bien observé qu'un domaine longtemps négligé ne peut pas porter de la betterave avec avantage; il faut pour que cette plante réussisse une certaine richesse qui ne s'acquiert qu'avec le temps, et il ne semble pas que l'emploi des engrais salins puisse y suppléer; tandis que l'avoine se développe même dans des sols d'une médiocre fertilité, et ne bénéficie que dans une faible mesure des fortes doses de fumier de ferme, celles-ci ont une telle action sur le développement des betteraves, elles leur font acquérir un tel développement que les cultivateurs des terres compactes du Nord, où ces matières organiques se conservent bien, en sont arrivés à proscrire l'emploi du fumier dans la culture de la betterave à sucre, craignant que sa végétation exubérante ne nuisît à sa richesse en sucre.

§ 2. — Hypothèses diverses sur le rôle de la matière organique dans le sol.

Les expériences précédentes démontrent un point important: notre sol n'est fertile qu'autant qu'il renferme une certaine dose d'humus, de matière organique; et quand il est longtemps cultivé sans engrais, c'est cet humus qui disparaît le plus vite, puisqu'après quinze ans de culture sans fumier, ce sol a perdu plus de la moitié de la matière organique qu'il renfermait.

On conçoit toutefois que si importants que soient ces résultats, il ne nous suffit pas de les avoir constatés, il nous faut aller plus avant et chercher à savoir quel est le rôle que remplit dans le sol cette matière organique.

On peut imaginer, pour se rendre compte de son action, plusieurs hypothèses.

1° On peut supposer que la matière organique, l'humus, ayant

au plus haut point la propriété de se gonfler dans l'eau, de la retenir, il soit utile pour conserver dans le sol la dose d'humidité nécessaire au développement des plantes. L'humus assure au sol une réserve d'humidité qui permet aux végétaux de traverser sans pâtir les longues sécheresses de l'été.

La matière organique contribue à maintenir dans le sol les réserves d'humidité, telle est la première hypothèse à discuter.

2° Les plantes ont besoin de trouver dans le sol des nitrates qui doivent s'y former successivement; si cette formation n'est pas régulière, les végétaux pâtissent, car les nitrates étant très solubles, très mal retenus par la terre arable, peuvent disparaître à la suite de pluies prolongées et laisser les plantes dépourvues d'un élément essentiel.

La matière organique est une source de nitrates, et quand elle fait défaut, l'alimentation de la plante n'est plus assurée; telle est la seconde hypothèse que nous examinerons.

3° Un certain nombre de matières minérales et des plus importantes pour la nutrition végétale, les phosphates, les sels de chaux, de magnésie sont insolubles dans l'eau pure, mais solubles au contraire dans l'eau chargée d'acide carbonique. Si la matière organique fait défaut, cet acide carbonique cesse de se produire et les plantes languissent.

La matière organique est une source d'acide carbonique, et qui diminue d'importance à mesure que l'épuisement de cette matière organique est plus complet, telle est la troisième hypothèse à discuter.

4° L'opinion que la matière organique complexe du sol, l'humus, ne renferme aucune substance capable de servir d'aliment aux végétaux est assez répandue en France; les physiologistes allemands professent au contraire que les matières amidées du sol peuvent être assimilées : M. Bœssler a même observé un développement à peu près égal de plantes alimentées les unes par une dissolution de salpêtre, les autres par une solution d'asparagine [1]. Rien ne démontre donc que l'opinion qui n'accorde aucune valeur alimentaire aux matières organiques soit exacte, et qu'entre les cryptogames qui vivent exclusivement de matières organiques et des plantes comme les céréales qui paraissent pouvoir absolument

1. *Ann. agron.*, t. XIV, p. 238.

s'en passer, il n'y ait pas des végétaux intermédiaires pour lesquels une certaine dose de matière organique soit un aliment indispensable.

Les expériences de M. Petermann[1] sur le passage des matières organiques du sol au travers des dyaliseurs montrent au moins qu'il n'y a aucune impossibilité à cette assimilation des matières organiques solubles, et nous aurons à discuter à la fin de ce mémoire une expérience réalisée cette année qui introduit cette dernière hypothèse : *La matière organique soluble du sol est un aliment indispensable à certaines espèces végétales.*

§ 3. — Des quantités d'eau retenues par les terres riches et pauvres en matières organiques.

L'influence qu'exerce la matière organique sur les quantités d'humidité contenues dans le sol a été recherchée par deux méthodes différentes :

1° Par le dosage direct de l'humidité dans le sol de diverses parcelles riches ou pauvres en humus;

2° Par la mesure des quantités d'eau de drainage de grands pots renfermant 30 kilogr. des terres des parcelles précédentes.

Dosage direct de l'eau dans les sols en place. — A partir du mois de novembre 1888 jusqu'au mois de novembre 1889, toutes les semaines, on a prélevé sur chacune des huit parcelles du champ d'expériences **1** et **5**, **17** et **21**, **33** et **37**, **19** et **53** des échantillons de terre pour y déterminer l'humidité.

Ces parcelles étaient bien choisies pour élucider la question posée; placées deux par deux sur la même bande d'une terre bien homogène, elles renferment des quantités très variables de matières organiques, ainsi qu'on l'a vu plus haut : tandis que **17**, **33** et **49** bien fumées à diverses reprises accusent de 15 à 16 grammes de carbone combiné par kilogr., ce qui correspond à 30 ou 32 grammes de matière organique, **21**, **37** et **53** restées sans fumure depuis 1875 ne contiennent plus que 7 grammes de carbone combiné, c'est-à-dire moitié moins que les précédentes.

La comparaison entre ces parcelles devait donc conduire à des résultats intéressants.

Quant aux parcelles **1** et **5**, elles sont l'une et l'autre en prai-

1. *Ann. agron.*, t. IX, p. 286.

ries depuis 1879; elles renferment à peu près les mêmes quantités de carbone combiné, bien que de 1875 à 1879 **1** ait été fumé tandis que **5** n'a rien reçu, il était intéressant de voir si ces deux parcelles donneraient des résultats identiques, ou bien si la fumure de **1** qui remonte à dix ans lui donnerait encore une légère supériorité sur la terre à laquelle elle était comparée.

Pour exécuter les dosages on a prélevé, sur une bande de chacune des parcelles restée nue, deux échantillons, en faisant un trou de quelques décimètres carrés, puis en enlevant avec une bèche une tranche de terre dans laquelle on coupait avec un couteau une bande de toute la hauteur de l'échantillon.

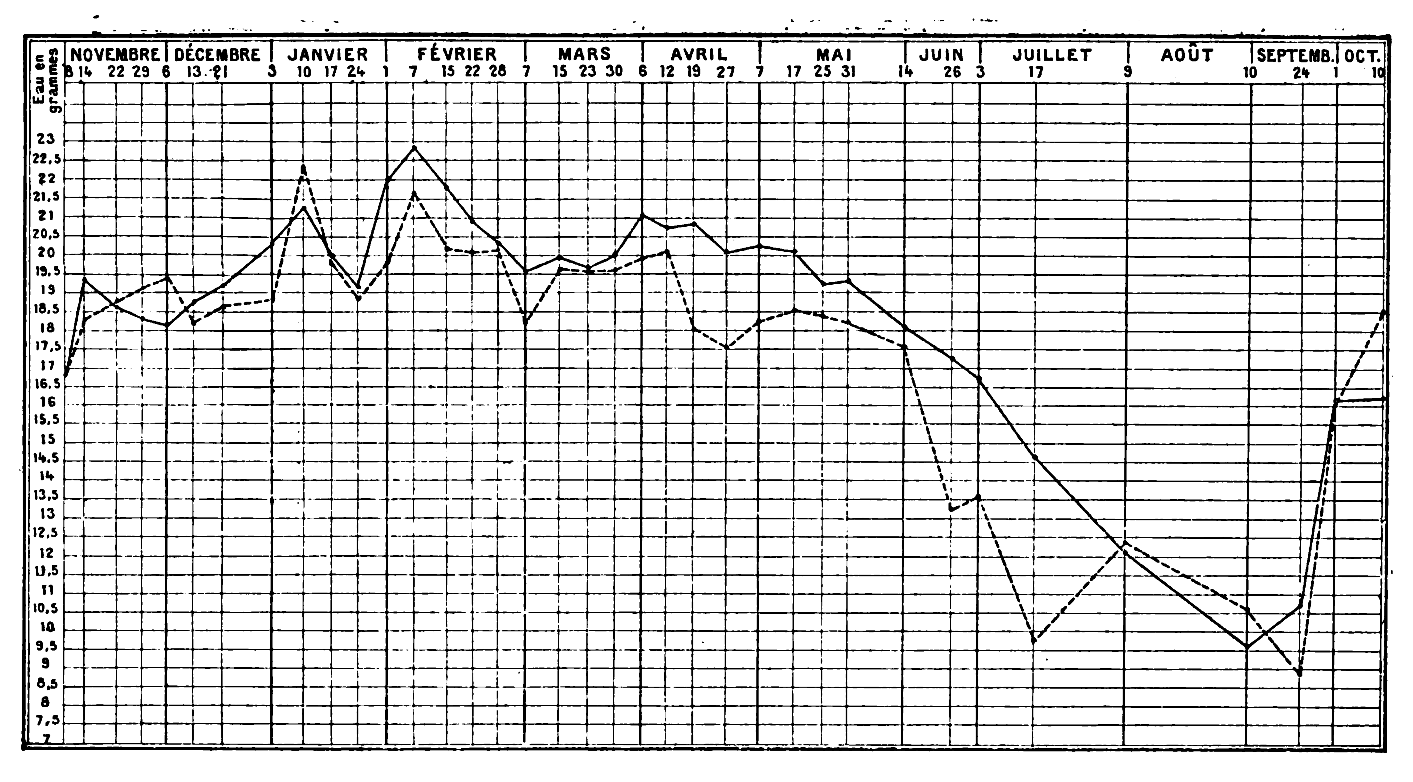
La terre était déposée sur un linge, étiquetée et emportée au laboratoire. Chacune des déterminations portait sur deux échantillons pris dans la même parcelle.

A leur arrivée au laboratoire chaque lot de terre était étendu sur une table et grossièrement mélangé à la main. On prélevait sur chacune d'elles un échantillon de 10 grammes qui était immédiatement placé à l'étuve et maintenu à 110°, jusqu'au moment où deux pesées faites à deux heures d'intervalle n'indiquaient plus de différences de poids.

Les nombres fournis par les deux échantillons de la même terre sont en général concordants; nous citerons l'exemple suivant :

HUMIDITÉ CONTENUE DANS 10 GRAMMES DE TERRE. — EXPÉRIENCE N° 21 (31 MAI).

Nos des parcelles.	SÉRIE A	SÉRIE B	DIFFÉRENCES	MOYENNE
1	1.943	1.931	0.012	1.937
5	1.826	1.852	0.026	1.839
17	1.890	1.885	0.005	1.887
21	1.715	1.733	0.018	1.724
33	1.912	1.898	0.014	1.905
37	1.801	1.802	0.001	1.801
49	1.988	2.001	0.013	1.994
53	1.764	1.768	0.004	1.766



COURBES N° 1.

Grammes d'eau contenus de novembre 1888 à novembre 1889 :

Dans 100 grammes de terre de la parcelle n° 1, fumée de 1875 à 1879, depuis en prairie.————

Dans 100 grammes de terre de la parcelle n° 5, toujours sans engrais, en prairie depuis 1879.— — — — —

Les quantités d'eau contenues dans les parcelles mises en comparaison sont représentées par les courbes ci-jointes.

La ligne pleine supérieure (courbes n° 1) indique la marche de l'humidité dans la parcelle **1** ; la ligne pointillée celle de l'humidité dans la parcelle **5** ; ces deux terres sont en prairies depuis 1879, mais la parcelle **1** a reçu du fumier en 1875, 76, 77 et 78, tandis que **5** est resté sans engrais.

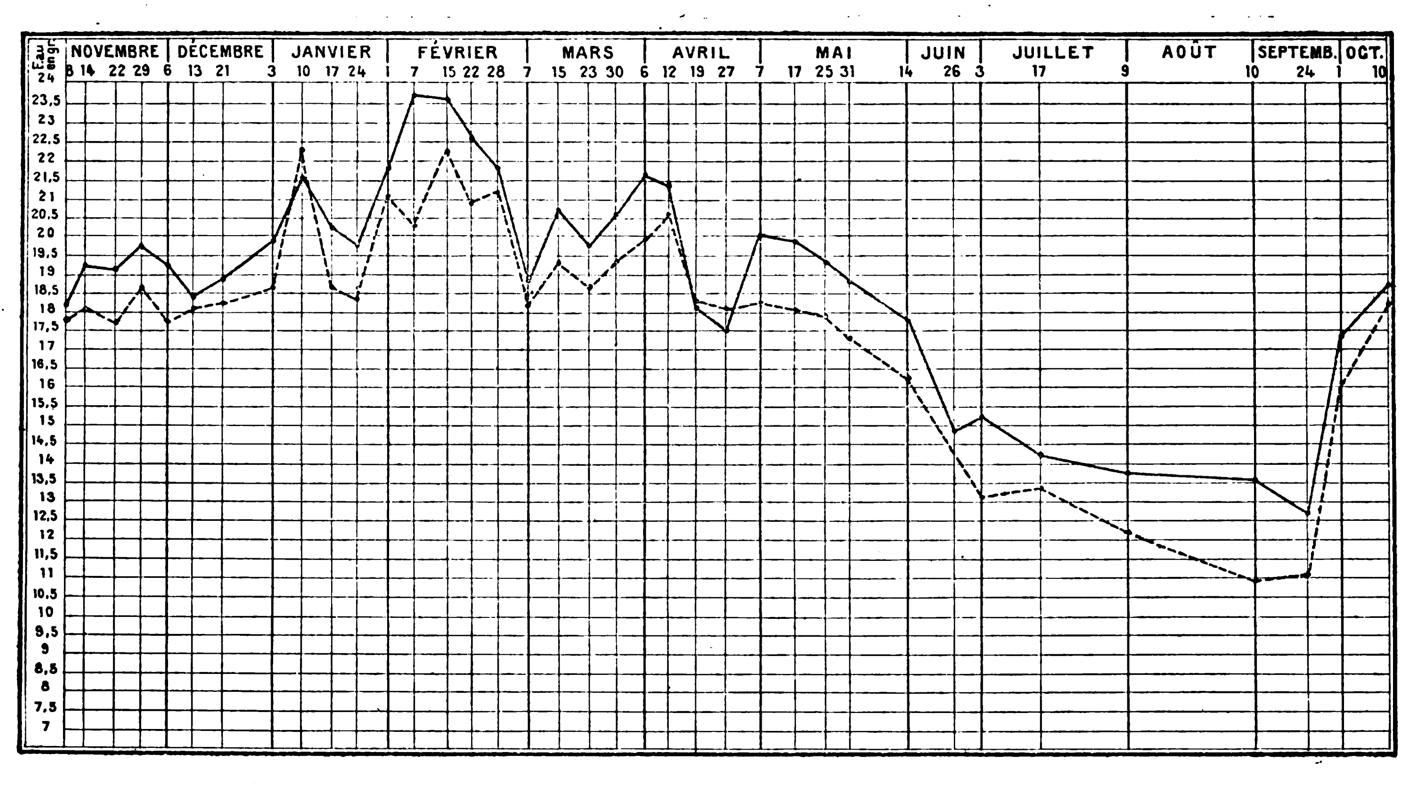
Pendant les mois de novembre et de décembre les quantités d'eau oscillent entre 18 grammes et 19gr 5 pour 100 grammes de terre; le 10 janvier, nous rencontrons un premier maximum : la terre de la parcelle **5** atteint presque 22gr 5, tandis que celle de la parcelle **1** reste entre 21 grammes et 21gr5. A la fin de janvier les deux terres ne renferment plus guère que 18gr 5 d'eau ; l'humidité augmente en février ; le 15, les deux terres présentent un maximum d'humidité et c'est la parcelle **1** qui est la plus chargée d'eau. Le 7 mars nous passons par un minimum. La proportion d'humidité se relève pendant le mois de mars ; le 6 avril il y a encore de 20 à 21 centièmes d'eau dans chacune des terres ; à partir de ce moment les courbes descendent lentement jusqu'au 14 juin, puis plus rapidement jusqu'au 17 juillet : à ce moment **5** est beaucoup plus sec que **1** ; le 9 août l'égalité est rétablie et la dessiccation continue jusqu'au milieu de septembre ; **1** atteint son minimum de 9gr 5 le 10, **5** son minimum le 24 ; à ce moment les pluies arrivent et très rapidement les quantités d'eau remontent à 16 pour 100 le 1er et s'élèvent même à 18 dans la parcelle **5** le 10 octobre.

Cette première étude fait voir quelles divergences présentent deux échantillons dans lesquels la moitié organique est à peu près en même quantité ; en prenant la moyenne de toutes les déterminations précédentes on trouve que pendant l'année, novembre 88 à novembre 89, les terres ont renfermé les quantités d'eau suivantes :

Parcelle 1	18.8
— 5	18.0

c'est-à-dire des chiffres presque identiques, avec une petite supériorité pour la parcelle **1** qui a reçu du fumier de 1875 à 1878, tandis que **5** en a toujours été privée.

Les courbes de **17** et de **21** (n° 2) présentent les mêmes allures générales que les précédentes ; le grand maximum du commencement de février est plus important pour **17** que pour **21**, puisque



COURBES N° 2.

Grammes d'eau contenus de novembre 1888 à novembre 1889 :

Dans 100 grammes de terre de la parcelle n° 17, fumée régulièrement. ————

Dans 100 grammes de terre de la parcelle n° 21, toujours sans engrais. - - - - - -

la terre fumée renferme 23gr 5 d'eau dès le 7 février et conserve cette dose énorme encore le 15, tandis que c'est seulement à cette date que **21** arrive au chiffre le plus élevé.

Du 25 février au 7 mars, les terres se dessèchent, et à ce moment les quantités d'eau sont presque égales. Le parallélisme se maintient avec supériorité de **17** sur **21** jusqu'au 6 avril, mais dès ce jour-là **17** atteint le maximum auquel **21** n'arrive que le 12, puis les deux terres se dessèchent ensemble.

A partir du 27 avril, la terre de **17** reste toujours plus humide que celle de **21**, la différence est de 1 à 2 centièmes au moment du maximum de dessiccation; le 10 septembre la différence est même plus forte : la terre **17** renferme à ce moment-là 14 centièmes d'humidité et **21** 11 seulement.

A partir du 24 septembre les pluies font rapidement remonter l'humidité dans les deux sols.

En réunissant toutes les déterminations, on trouve qu'en moyenne pendant l'année, novembre 88 à novembre 89, les deux terres ont renfermé les quantités d'eau suivantes :

Terre de la parcelle 17	18.9
— 21	17.8

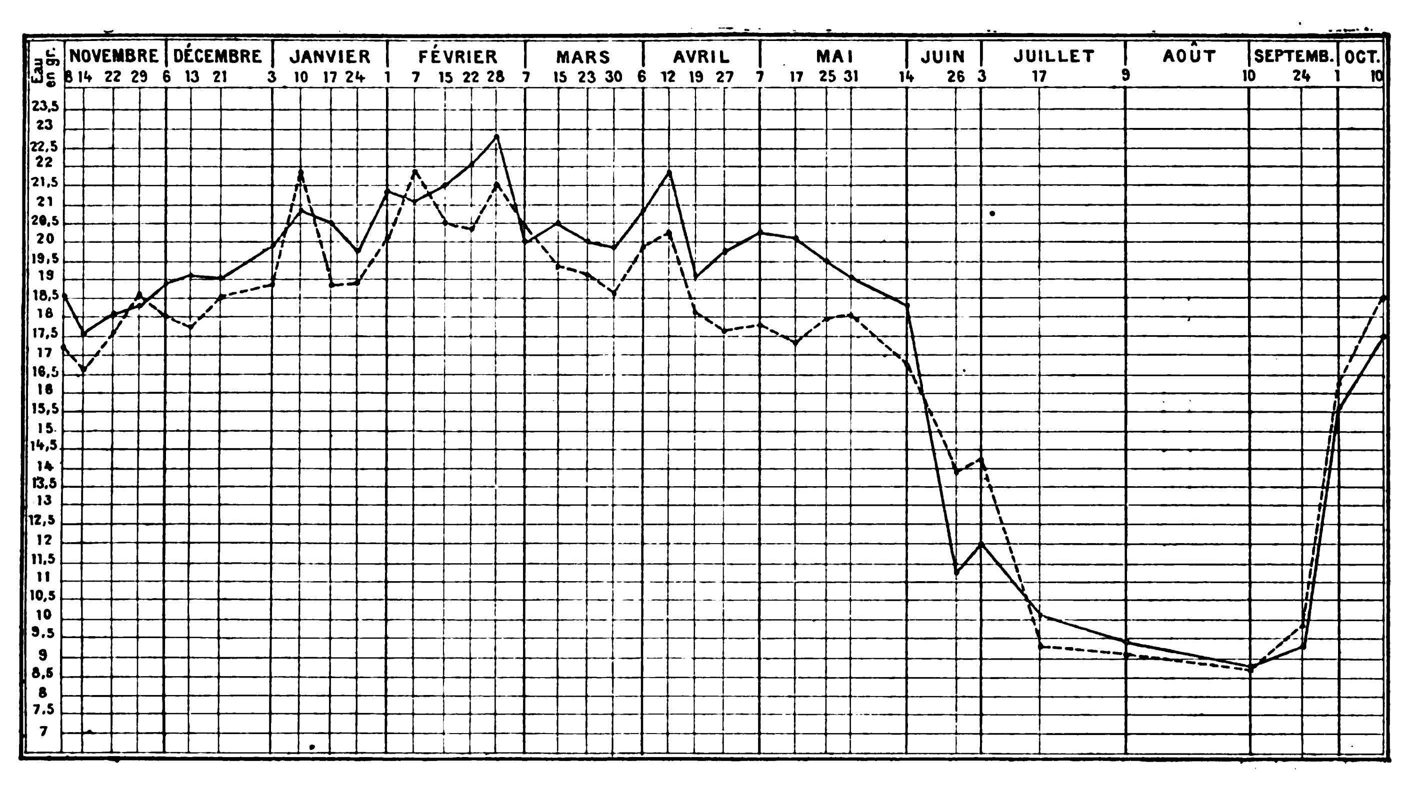
Les deux courbes (n° 3) de **33** et de **37** sont beaucoup plus voisines que les précédentes, leurs oscillations pendant l'hiver sont moindres que dans l'exemple précédent.

Au maximum du 10 janvier, c'est **37** qui renferme le plus d'eau, il en est de même le 7 février : la teneur maxima de 22.5 d'eau; pour 100 de terre se produit le 28 février. A partir du mois de mars jusqu'au mois de juin, **33** conserve plus d'eau que **37** ; les deux courbes se croisent entre le 13 et le 26 juin ; au commencement de juillet, elles se croisent de nouveau puis coïncident jusqu'à la fin des observations.

Celles-ci réunies onnent les moyennes suivantes :

Terre de la parcelle 33	18.2
Terre de la parcelle 37	17.4

L'examen des courbes (n° 4), indiquant les quantités d'eau des terres des parcelles **49** et **53**, conduit à des conclusions analogues aux précédentes. Du mois de mars au mois de juillet, la parcelle **49** est plus humide que la parcelle **53**, mais du mois de juillet au mois de



Courbes N° 3.

Grammes d'eau contenus de novembre 1888 à novembre 1889 :
Dans 100 grammes de terre de la parcelle n° 33, fumée régulièrement. ————
Dans 100 grammes de terre de la parcelle n° 37, toujours sans engrais. – – – –

septembre pendant la sécheresse, c'est au contraire **53** qui est plus humide que **49** ; quand les pluies apparaissent le 24 septembre les deux courbes se confondent presque complètement.

L'ensemble des déterminations donne les chiffres suivants :

Terre de la parcelle 49	18.4
Terre de la parcelle 53	17.7

Si enfin laissant de côté les terres **1** et **5** dans lesquelles les matières organiques sont peu différentes, on prend la moyenne des trois terres riches et des trois terres pauvres en matières organiques, on trouve une différence minime.

MOYENNE DES QUANTITÉS D'EAU CONTENUES DANS LES TROIS PARCELLES RICHES ET PAUVRES EN MATIÈRE ORGANIQUE.

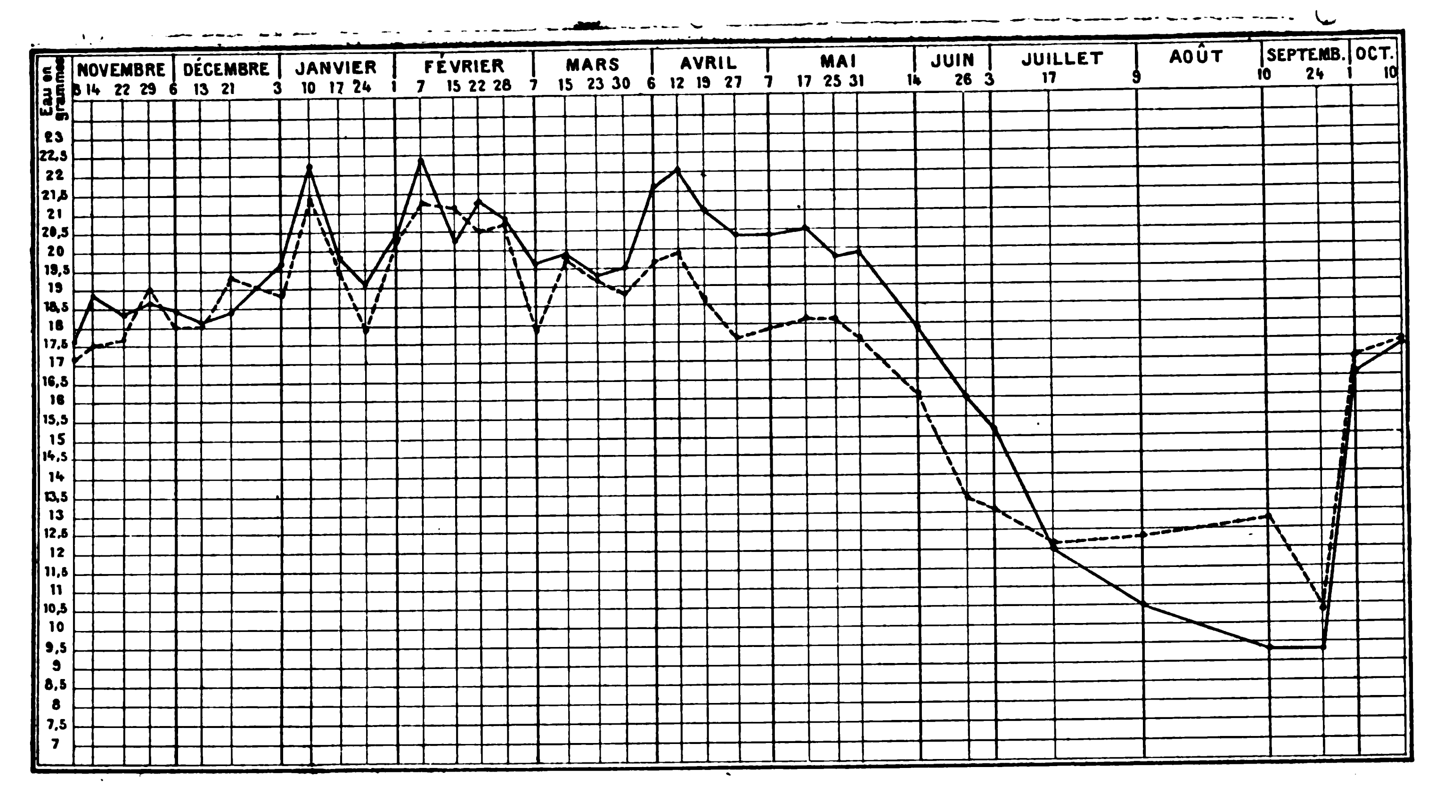
Terres des parcelles riches 17 — 33 et 49	18.5
Terres des parcelles pauvres 21 — 37 et 53	17.6

La différence est donc de 0.9 pour 100 grammes de terre ou 9 grammes par kilogramme ou de 9 kilogrammes par tonne; et comme la terre d'un hectare pèse 3,600 tonnes, la différence est de 32,400 kilogrammes.

Cette différence paraît assez considérable, mais il faut remarquer que les quantités d'eau totales de ces deux terres sont d'une part 666 tonnes et de l'autre 623.6 ; la différence de 32 tonnes 4 est bien faible pour qu'on puisse y trouver la cause de la supériorité manifeste des récoltes de **17**, **33** et **49** sur **21**, **37** et **53**.

Sur les quantités d'eau de drainage recueillies des terres riches et pauvres en matières organiques. — Nous avons voulu confirmer les résultats précédents en cherchant non plus ce que les terres retenaient d'eau, mais au contraire ce qu'elles en laissaient écouler quand elles étaient soumises à des pluies abondantes ; malheureusement les premières dispositions prises ne conduisirent pas à des résultats exacts, et quand on eut réussi à bien établir les expériences, la saison était un peu avancée, de telle sorte que les résultats n'ont pu être enregistrés qu'à partir du mois de mai.

De grands pots de terre vernissés à l'intérieur et à l'extérieur, pour être imperméables à l'eau, et munis d'un orifice au fond, furent maintenus à environ un mètre du sol par des cercles de fer soutenus par trois pieds également en fer. Le trou inférieur des pots reçut un bon bouchon de caoutchouc et un gros tube de verre



Courbes N° 4.

Grammes d'eau contenus de novembre 1888 à novembre 1889 :

Dans 100 grammes de terre de la parcelle n° 49, fumée régulièrement.———

Dans 100 grammes de terre de la parcelle n° 53, toujours sans engrais. - - - - -

qui s'engageait dans un flacon. Le fond du vase fut garni d'une épaisse couche de cailloux, puis on plaça dans chacun des pots 30 kilogr. des terres des diverses parcelles séchées à l'air et tamisées.

On recueillit de l'eau de drainage à la fin du mois de mai, puis les pots ne laissèrent rien couler pendant l'été ; à partir de la fin de septembre, on recueillit au contraire de l'eau assez régulièrement.

Du 14 mai au 22 octobre on mesura les quantités d'eau suivantes :

Numéros des parcelles qui ont fourni les terres.	Quantités d'eau recueillies en litres.	
1	5.165	
5	5.645	
17	4.960	
21 (*a*)	5.065	moyenne
21 (*b*)	5.620	5.340
33	5.740	
37 (*a*)	5.955	moyenne
37 (*b*)	6.405	6.180
49	5.965	
53	6.295	

Le pluviomètre présentant une superficie égale à celle des pots a reçu pendant le même temps 28^{l}040.

On voit que moins du cinquième de l'eau tombée pendant la belle saison a traversé le sol pour arriver dans les flacons.

Il en est tout autrement pendant l'automne ; les quantités d'eau recueillies sont en général les trois quarts de celles qui reçoit le pluviomètre, et les différences entre les terres riches et pauvres sont très faibles.

Si nous prenons la moyenne des trois terres riches en matière organique et des trois terres pauvres, nous obtenons les résultats suivants :

EAU DE DRAINAGE ÉCOULÉE DES TERRES RICHES ET PAUVRES EN MATIÈRE ORGANIQUE.

	litres.
Terres riches 17, 33, 49	5.552
Terres pauvres 21, 37, 53	5.938

Il est donc manifeste que les terres pauvres laissent un peu mieux filtrer l'eau que les terres riches ; mais, comme précédemment, nous sommes obligé de conclure que les différences sont minimes ; en effet, la moyenne du drainage des terres pauvres excède celle des terres riches de 376 cent. cubes. Or, nous trouvons entre les deux pots

21 *a* et **21** *b*, renfermant la même terre, une différence de 555 cent. cubes et entre les deux pots **37** *a* et **37** *b*, remplis également de terre prise dans la même parcelle, 450 centimètres cubes, c'est-à-dire des nombres supérieurs à ceux que nous avons constatés pour l'eau de drainage fournie en moyenne par les bonnes et les mauvaises terres.

Il est manifeste que nous ne pouvons pas tirer de ces déterminations la conclusion que les terres riches en matière organique portent de meilleures récoltes parce qu'elles conservent de plus grandes proportions d'eau que les terres épuisées par la culture.

La première hypothèse formulée au début de ce mémoire a donc dû être abandonnée.

§ 4. Nitrates formés par les terres pauvres et riches en matières organiques.

J'ai déjà eu occasion d'insister dans ce recueil même sur les quantités d'acide azotique formées par les terres pauvres et les terres riches en matières organiques[1], et nous avons reconnu que ces proportions varient environ du simple au double; en effet dans la terre fertile, on avait trouvé qu'une tonne de terre nitrifiait en un jour 1gr. 2 d'azote tandis que les terres pauvres ne donnaient que 0 gr. 37, 0 gr. 43, et 0 gr. 41; mais ces quantités sont encore très considérables puisqu'elles correspondent pour un hectare à 1kil. 332 par jour, ou pour les 200 jours de la vie d'une betterave à plus de 200 kilogr. d'azote nitrifié, c'est-à-dire infiniment plus qu'il n'est nécessaire.

Toutefois ces expériences avaient été exécutées au laboratoire, c'est-à-dire dans des conditions particulièrement favorables puisque les terres avaient été régulièrement arrosées.

Il convenait donc de reprendre ces essais dans d'autres conditions plus voisines de celles que présentent les terres en place.

C'est ce que nous avons réalisé cette année.

Au moment où les échantillons des terres riches et pauvres en matières organiques furent prélevés pour les mettre en expériences, on détermina dans chacune d'elles, par un lavage méthodique, les nitrates qui y étaient contenus, on procéda encore à leur dosage dans les eaux de lavage recueillies, on put ainsi dresser le tableau

1. *Ann. agron.*, t. XIV, p. 289.

suivant qui donne sur la nitrification de ces diverses terres des renseignements intéressants.

ACIDE AZOTIQUE ENTRAINÉ PAR LES EAUX DE DRAINAGE
DEPUIS LE COMMENCEMENT DES EXPÉRIENCES (14 MAI) JUSQU'AU 12 NOVEMBRE.

NUMÉROS des parcelles.	QUANTITÉ TOTALE de pluie reçue par chaque pot.	QUANTITÉ TOTALE d'eau de drainage recueillie.	QUANTITÉ TOTALE d'AzO^5 contenue dans l'eau de drainage	QUANTITÉ d'AzO^5 contenue dans les terres au début des expériences.	QUANTITÉ d'AzO^5 formée dans le cours des expériences et qui a passé dans les eaux de drainage.
	litres	litres	gr	gr	gr
1	31.640	8.165	4.561	2.253	2.308
5	»	8.945	3.360	1.637	1.723
17	»	7.840	4.362	1.123	3.329
21 A	»	8.105	3.485	1.365	2.120
21 B	»	8.770	2.870	1.365	1.505
33	»	8.880	5.222	1.711	3.511
37 A	»	9.315	4.223	1.245	2.978
37 B	»	9 795	2.871	1.245	1.626
49	»	9.015	6.726	3.279	3.447
53	»	9.595	3.692	1.108	2.584

Ce tableau nous donne deux sortes de renseignements : les chiffres qui représentent les quantités d'acide azotique contenues dans les terres au moment de la prise d'échantillon, nous permettent de voir comment nitrifient ces diverses terres en place; il convient toutefois de laisser de côté la parcelle **49** qui avait reçu peu de temps avant la prise d'échantillons, une fumure de nitrate de soude; le-conditions de **1** et de **5** sont aussi un peu différentes, elles rens ferment des quantités semblables de matières organiques, mais **1** avait été labouré à l'automne de 1888, tandis que **5** est encore en prairie.

Nous devons prendre seulement la moyenne de **17** et de **33** pour les terres fumées, et de **21**, **37** et **53** pour les terres non fumées.

En prenant ces mêmes moyennes pour les nombres de la dernière colonne, nous saurons la quantité d'acide azotique fournie du

14 mai au 12 novembre; enfin en calculant, d'après l'acide azotique, l'azote nitrifié nous arrivons aux nombres suivants :

	Azote à l'état d'acide azotique.	
	dans les terres en place.	recueilli du 14 mai au 12 novembre
Moyenne de 17 et 33, terres fumées........	0 gr. 368	0 gr. 877
Moyenne de 21, 37 et 53, terres sans engrais.	0 gr. 322	0 gr. 624

Il est manifeste que si les terres riches en matières organiques fournissent une quantité de nitrates supérieure à celle que donnent les terres pauvres, celles-ci cependant renferment encore une matière nitrifiable, et il nous paraît impossible d'attribuer à l'absence de nitrates formés pendant la durée de la végétation, la faiblesse de leurs récoltes.

En effet, les terres pauvres ont mis à la disposition des plantes pour 30 kilogr. de terre, $0^{gr},624 + 0^{gr},322$ d'azote nitrifié, ou 113 kilogr. par hectare, ce qui dépasse les exigences d'une bonne récolte. L'insuffisance de l'action des nitrates se déduit encore des observations recueillies en 1887 dans la culture des betteraves, car les terres restées sans fumure organique au printemps de 1887, mais enrichies de sulfate d'ammoniaque et de nitrate de soude, n'ont fourni que des récoltes médiocres comparées à celles qui avaient reçu une fumure de fumier de ferme : tandis que ces dernières ont donné des poids de racines oscillant autour de 40,000 kil. à l'hectare, on en a obtenu 20,700 par l'emploi exclusif du nitrate de soude et 17,800 par celui du sulfate d'ammoniaque.

Ce n'est donc pas à la perte de leur aptitude à la nitrification qu'est due la stérilité relative des terres pauvres en matières organiques.

§ 5. — Production d'acide carbonique par les terres riches et pauvres en matières organiques.

Si le rôle de l'acide carbonique aérien est parfaitement élucidé, s'il est démontré que les plantes à chlorophylle y trouvent le carbone nécessaire à l'élaboration des matières qui constituent leurs tissus ou qui s'accumulent dans leurs cellules, l'utilité de l'acide carbonique du sol n'est plus aussi manifeste.

Les anciens agronomes ne doutaient pas qu'il ne contribuât à l'alimentation carbonée de la plante, aujourd'hui, si cette opinion

n'est pas complètement abandonnée. elle reste au moins à l'état d'hypothèse combattue par des expériences précises.

Corenwinder a vu, en effet, une atmosphère dans laquelle plongeait des racines, se charger d'acide carbonique au lieu de s'en appauvrir; dans les expériences que nous avons exécutées M. Vesque et moi, sur la respiration des racines, nous avons vu également l'atmosphère des racines s'enrichir d'acide carbonique par la respiration, mais nous n'avons pu assister à aucune aspiration de ce gaz.

Il était intéressant cependant de chercher si la diminution de la matière organique dans les terres restées sans fumure ne déterminerait pas une absence complète d'acide carbonique dans le sol, absence qui, peut-être, eût été préjudiciable.

Les dosages ont été conduits comme l'avaient fait autrefois Boussingault et Lewy dans le travail classique qu'ils ont laissé sur ce sujet. On a pratiqué dans le sol un trou de la profondeur d'un fer de bêche, on y a introduit un tube de verre terminé par une pomme d'arrosoir garnie de cailloux pour diminuer sa capacité, puis on a rejeté la terre dans le trou de façon à le remplir complètement, et on a tassé la terre autour du tube; les choses étant ainsi disposées on a laissé l'appareil pendant plusieurs jours sans l'utiliser pour que la perturbation apportée par la mise en place de l'appareil devînt moins sensible. Quand on a supposé que l'atmosphère du sol avait repris sa composition normale, on a procédé au dosage de l'acide carbonique. Un aspirateur à eau attirait l'air confiné, dans une série de trois flacons à eau de baryte, où l'acide carbonique était retenu; le troisième flacon ne s'est jamais troublé, un titrage de l'eau de baryte avant et après le passage de l'acide carbonique indiquait la quantité de base précipitée, d'où il était facile de déduire l'acide carbonique qui avait entraîné cette précipitation.

On a obtenu les nombres suivants :

ACIDE CARBONIQUE CONTENU DANS 100 LITRES D'AIR FORMANT L'ATMOSPHÈRE CONFINÉE DANS DES TERRES RICHES ET PAUVRES EN MATIÈRES ORGANIQUES.

	Gr.
Terre pauvre 53, 4 juin	1.16
Terre pauvre 53, 7 juin	1.13
Terre riche 49, 7 juin	1.38
Terre pauvre 53, 18 juin	0.98
Terre riche 49, 18 juin	1.16

Les différences sont dans le sens prévu, mais elles sont minimes; il n'y a donc pas de relation étroite entre la richesse d'un sol en humus et la quantité d'acide carbonique qu'il renferme; c'est au reste ce qu'a observé également M. Wolny[1]. C'est, en outre, ce qui découle des recherches récentes de M. Schlœsing fils, qui a vu que dans un même sol les proportions d'acide carbonique confiné étaient trop variables pour qu'on pût en tirer aucune indication sur la composition de ce sol[2].

§ 6. Discussion des hypothèses émises sur l'utilité de la matière organique des terres arables.

Nous venons de passer en revue les diverses hypothèses émises par les agronomes pour expliquer l'utilité que présentent pour certaines plantes l'abondance de la matière carbonée des terres arables, et nous avons vu que si les terres riches en matières organiques retenaient l'eau un peu mieux que les terres pauvres, donnaient un peu plus de nitrates, contenaient un peu plus d'acide carbonique, les différences étaient trop faibles pour expliquer les résultats constatés dans les cultures du champ d'expériences.

Pour affermir cette manière de voir, pour être bien certain que c'était la matière organique elle-même qui faisait défaut à nos sols épuisés et que la faiblesse de nos récoltes n'était due à aucune des causes secondaires que nous venons d'examiner, on a disposé une expérience que nous devons décrire.

Végétation de deux betteraves cultivées l'une dans une terre riche en matière organique et l'autre dans une terre pauvre en matière organique mais additionnée d'engrais solubles et arrosée. Cette expérience a été disposée dans deux grands pots vernissés renfermant 30 kilos de terre; l'un des pots reçut la terre n° **49**, riche en matière organique; l'autre la terre n° **53**, épuisée par la culture, mais additionnée de 3 grammes d'azotate de soude, 3 grammes de superphosphate et 3 grammes de chlorure de potassium; fumure considérable correspondante à 360 kilogr. de chacun de ces éléments par hectare; ces pots furent placés dans une allée du champ d'expériences; on les fit reposer sur des briques et des plateaux, de façon à empêcher les radicelles de pénétrer dans la terre sous-jacente, ce qui ne manque pas d'arriver quand les pots reposent directement sur le sol.

1. *Ann. agron.*, t. XV, p. 472.
2. *C. r.*, t. IX p. 673.

Le semis eut lieu un peu tardivement, le 25 juin; la levée fut régulière.

Le 17 juillet, on procéda à l'arrachage pour ne laisser dans chaque pot qu'une seule plante.

En pesant ces jeunes betteraves, on eut déjà un premier renseignement.

Quatre petites betteraves de la terre pauvre pesèrent ensemble : 2 gr. 51, d'où une betterave pesait 0 gr. 63.

Trois petites betteraves de la terre riche pesèrent ensemble : 6 gr. 78, d'où une betterave pesait 2 gr. 26.

Ainsi, dès l'origine. la prédominance de la terre renfermant des matières organiques s'affirmait avec la plus grande netteté.

Après cet arrachage chaque pot ne renfermait plus qu'une seule betterave; la végétation fut régulière, mais la betterave de la terre riche acquit un développement bien plus considérable que celle de la terre pauvre : ses feuilles recouvraient complètement le sol tandis que celles de la betterave crue dans la terre pauvre laissait voir un grand cercle de terre non recouvert. Les deux racines furent arrachées le 25 octobre; elles présentèrent les poids suivants :

	Terre riche en matières organiques.	Terre pauvre en matières organiques mais pourvue de nitrates etc.
	gr.	gr.
Poids de la plante entière	730	165
Poids de la racine	410	92
Sucre dans 100 de jus	15.04	11.11
Sucre dans la plante entière	61.60	10.12

Les nombres précédents sont frappants, et viennent corroborer de la façon la plus complète les considérations précédentes; en effet, toutes les conditions qu'on s'accorde à reconnaître comme nécessaires et suffisantes pour conduire une plante à son développement normal, ont été réalisées; la terre qui a porté la betterave de 165 grammes a été arrosée, elle a reçu des nitrates, des phosphates, des sels de potasse, et cependant la plante n'y a acquis que de très faibles dimensions.

Il faut donc qu'un élément lui ait manqué ; il nous paraît que cet élément est la matière organique, et comme il ne peut plus être question ni de sa faculté de retenir l'eau, ou de produire des nitrates, ou de dissoudre les phosphates puisque cette terre a été arrosée, pourvue de nitrates et que nous savons que l'acide car-

bonique n'y fait pas défaut, nous sommes conduits à supposer que cette matière organique a servi elle-même d'aliment.

Il est manifeste, cependant, que ce n'est là encore qu'une hypothèse, qui ne passera à l'état de vérité démontrée que lorsqu'une terre pauvre, artificiellement chargée de matière organique, portera une récolte semblable à celle qu'on obtient d'une terre riche en humus.

Nous désignons sous le nom de matière organique de la terre arable un mélange sans doute très complexe. Il est à remarquer notamment que les terres chargées de matières organiques donnent des eaux de drainage limpides mais ambrées, laissant à l'évaporation un résidu carboné qui brûle aisément. M. Petermann a reconnu depuis longtemps, et nous avons répété son expérience avec succès, que les terres laissent passer au travers d'un dyaliseur une matière organique tout à fait différente du produit noir qu'on tire habituellement du sol traité par les alcalis.

Est-ce à dire que cette matière organique que nous croyons devoir servir d'aliment, soit à elle seule suffisante, et qu'elle doive remplacer tous les autres aliments nutritifs? Nous sommes bien loin de le penser, nous supposons seulement qu'elle doit faire partie de ces aliments et que lorsqu'elle fait défaut, la végétation de certaines espèces, telles que les betteraves ou les légumineuses, n'acquiert pas tout le développement qu'on en peut attendre.

Tous les agronomes savent au reste que l'absence d'un élément nécessaire au développement des végétaux rend inutile l'abondance de tous les autres. Une terre très chargée de nitrates mais privée de phosphates ne donne que des récoltes misérables.

Pour se convaincre de la nécessité de certains éléments, même en proportions minimes, dans les liquides nourriciers des végétaux on peut encore se reporter au beau mémoire de M. Raulin: *Études chimiques sur la végétation*[1], dans lequel il montre que le développement de la moisissure qu'il étudie, l'*aspergillus niger*, est étroitement lié à la présence dans le milieu de culture de très minimes quantités de sels de zinc et de fer; il suffit de supprimer ces éléments qui n'entrent cependant dans le liquide nourricier qu'en très faibles proportions pour que la récolte diminue énormément.

On conçoit donc que l'objection qu'on a fait souvent aux idées

1. *Ann. des Sciences naturelles*, — *Botanique*, 5e série, t. XI, 1869.

que nous soutenons depuis longtemps, à savoir que la matière organique du sol est nécessaire au développement de certains végétaux, que cette objection, disons-nous, basée sur la rareté de cette matière organique soluble, sur son extrême dilution dans les eaux qui circulent dans le sol, ne présente pas l'importance qu'on lui attribue d'ordinaire.

Pour nous cette matière est un élément nécessaire au développement normal de la betterave, mais nous n'en voulons pas plus conclure que ce soit là son seul aliment que M. Raulin n'a professé que l'oxyde de zinc nourrissait à lui seul l'aspergillus niger.

Il fallait pour obtenir des récoltes d'un poids élevé, du sucre, de l'acide tartrique, du phosphate d'ammoniaque, du carbonate de potasse, du carbonate de magnésie et en plus des traces de sulfate de zinc et de fer.

Nous pensons que pour qu'une betterave arrive à son développement normal, il faut des nitrates, de la chaux, de la potasse, de l'acide phosphorique.... et en outre de la matière organique soluble.

Telle est au moins l'hypothèse qui nous paraît expliquer le plus naturellement les faits exposés dans ce mémoire ; on ne pourra toutefois considérer cette manière de voir comme démontrée qu'autant que des expériences positives viendront s'ajouter aux preuves indirectes que je viens d'énumérer.

En résumé nous avons reconnu dans ces expériences :

1° Qu'une terre épuisée par la culture est surtout appauvrie en matière organique, ce qui résulte de la diminution du carbone qu'on y rencontre.

2° Que cette diminution dans la nature organique est particulièrement fatale aux récoltes de betteraves et de légumineuses, mais moins aux céréales et notamment à l'avoine.

3° Qu'on ne saurait attribuer cette diminution dans les récoltes à des causes secondaires telles que la perte du pouvoir de retenir l'eau, de produire des nitrates ou de l'acide carbonique.

4° Qu'en effet en cultivant comparativement deux betteraves: l'une dans une terre riche en matières organiques, l'autre dans une terre pauvre, mais pourvue de nitrates, phosphates et sels de potasse, les récoltes ont été dans le rapport de 4.3 à 1.

5° Qu'il nous paraît probable que la matière organique soluble doit faire partie des aliments de la betterave conjointement avec les

nitrates, phosphates, etc., et que c'est à son absence des terres appauvries par la culture sans engrais qu'il faut attribuer la faiblesse des récoltes qu'elles fournissent, quand bien même tous les autres éléments s'y rencontrent en abondance.

Je suis heureux en terminant d'adresser mes remerciements à M. Paturel, chimiste de la station agronomique de Grignon, qui m'a prêté pendant l'exécution de ce long travail une aide aussi habile que consciencieuse.

INFLUENCES

DANS LES TERRES NUES DU PLATRE ET DE L'ARGILE

SUR LA CONSERVATION DE L'AZOTE SUR LA FIXATION DE L'AZOTE ATMOSPHÉRIQUE ET SUR LA NITRIFICATION[1]

PAR

M. PICHARD

Dans un précédent travail (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 16 mai 1884) nous avons étudié l'action nitrifiante comparée de quelques sels contenus naturellement ou ajoutés dans les terres végétales; nous avons constaté que les sulfates, notamment le sulfate de chaux, favorisaient grandement la nitrification et nous avons pu établir une échelle de comparaison des pouvoirs nitrifiants, à poids égal de sel nitrifiant, rapportés à celui du sulfate de chaux représenté par 100, entre les divers sels expérimentés.

Sulfate de chaux	100
Sulfate de soude	47.91
Sulfate de potasse	35.78
Carbonate de chaux	13.32
Carbonate de magnésie	12.52

L'expérience n'ayant porté que sur des sols formés de sables siliceux presque purs, il nous a paru utile d'étendre cette étude à des sables mélangés d'argile en proportions diverses, en la bornant à l'action du plâtre.

1. Communiqué à l'Académie des sciences, 9 septembre 1889.

Le sel marin accompagnant fréquemment le plâtre dans ses gisements et dans les sols où il est naturellement disséminé, nous avons dû nous préoccuper des entraves qu'il peut apporter à l'action nitrifiante du sulfate de chaux et rechercher la dose pour laquelle il devient nuisible.

Pour nous rapprocher des conditions agrologiques propres au Midi, nous avons maintenu nos terres peu humides, presque sèches.

Le plâtre a été incorporé avec une substance organique azotée dans du sable siliceux aussi pur que possible, seul ou additionné d'argile dans des proportions variant de 10 à 40 pour 100.

Les mélanges ont été placés dans des vases en verre percés à leur partie inférieure et reposant sur des cuvettes en verre recevant de l'eau distillée destinée à humecter la masse par infiltration capillaire de bas en haut.

NATURE ET COMPOSITION DES MATÉRIAUX

La matière organique choisie est le tourteau d'arachides décortiquées, très employé dans la culture méridionale, offrant une composition bien définie, facile à manier, à doser et à incorporer. Les quantités de tourteau ajoutées ont été telles que l'azote introduit dans le mélange, soit d'environ 1 gr. par kilogr. (exactement 1.027), dose assez fréquente dans les terres végétales.

Comme nos premiers essais nous avaient appris que la grosseur des particules de nos sols artificiels, en facilitant plus ou moins l'aération, l'imbibition et la dessiccation, avait de l'influence sur la nitrification, nous avons encore employé les deux mêmes sables siliceux : l'un à grains grossiers, de 1 à 3 millim. de diamètre, provenant de Mondragon (Vaucluse), l'autre, à grains fins, de 1 millim. de diamètre provenant de Bollène (Vaucluse). Ces sables sont utilisés dans les verreries pour la fabrication des pots de fusion.

L'argile provient de Bollène : elle est grise, compacte, employée pour la fabrication de produits réfractaires. Nous avons constaté qu'elle ne renfermait par traces de calcaire ni d'azote.

Les sables et le tourteau ont été analysés.

1° Sable fin de Bollène

Soluble dans l'eau régale	Peroxyde de fer et alumine	0.100	0.175
	Chaux	0.050	
	Magnésie	0.020	
	Potasse	0.005	
Insoluble	Silice et silicates inattaquables		99.825
	Total		100.000

2° Gros sable de Mandragon.

Soluble dans l'eau régale	Peroyde de fer et alumine	0.130	1.30
	Chaux	0.068	
	Magnésie	0.025	
	Potasse	0.007	
Insoluble	Silice et silicates inattaquables		98.70
	Total		100.00

3° Tourteau d'arachides décortiquées.

Azote total	7.700 p. 100
Azote à l'état nitrique	0.029
Acide azotique correspondant	0.112
Potasse	1.250
Cendres totales	4.400

Les autres éléments du tourteau n'ont pas été dosés.

Le plâtre provient de gypse en cristaux translucides de Velleron (Vaucluse) parfaitement pur, cuit par nous et pulvérisé.

Le sel marin a été pulvérisé après fusion.

1° PRÉPARATION DES MÉLANGES

L'argile extraite récemment de la carrière a été brisée en petits fragments, exposée à l'air et au soleil pour en faciliter la dessiccation, puis réduite en poudre fine.

Les sables ont été desséchés au soleil.

Les sels et le tourteau pulvérisés ont été mélangés intimement avec l'argile, puis la masse avec le sable, et le tout introduit dans des vases de verre.

Comme témoins, on a préparé deux mélanges de tourteau avec sable gros et sable fin, sans addition de plâtre ni de chlorure de sodium. — Deux sols ne renferment que du sable et du plâtre. — Un mélange n'a reçu que du sel marin. — Deux autres renferment

du sable, du plâtre et du sel marin, aux doses de 1 gr. et de 5 gr. par kilogramme. — Deux sols contiennent de l'argile sans plâtre dans la proportion de 10 p. 100. Tous les autres sols renferment sable, plâtre et argile.

Les vases, d'une forme légèrement conique, ont une capacité de 3 litres environ. Leur hauteur est de 0m.25. Ils portent, à leur base, disposées diagonalement, quatre entailles de 0m.03 de hauteur sur 0m.005 de largeur, permettant le passage de l'air et de l'eau. Sur le fond du vase repose une couche de fragments de verre de 5 à 6 cent. de hauteur.

Sur cette couche s'appuie le sol artificiel. Le vase est placé dans une cuvette en verre de 7 cent. de hauteur, dans laquelle on verse de l'eau distillée pour humecter la masse par imbibition capillaire de bas en haut.

Quand on opère dans la saison chaude, alors que les mouches cherchent à déposer leurs œufs, les larves ne tardent pas à apparaître et à sillonner la masse en tous sens. Pour y obvier, nous avons recouvert chaque vase d'une coiffe de gaze serrée étroitement sur le pourtour, à la partie supérieure.

Enfin pour éviter le développement de certaines végétations, notamment des algues, nous avons enduit extérieurement nos vases d'une couche noire opaque descendant jusqu'à la naissance des entailles de la base.

Tous les vases ainsi préparés, le 23 juin 1885, ont été placés dans la cour de la station agronomique, abrités contre la pluie, les poussières et débris divers soulevés par le vent, ne recevant les rayons solaires que deux à trois heures au plus par jour, entre dix heures du matin et deux heures de relevée.

OBSERVATION DES VASES EN EXPÉRIENCE

Le 23 juin, chaque vase a reçu 500 cent. d'eau distillée. — Le 29 juin, on a ajouté 100 cent. d'eau préalablement agitée avec un peu de terre nitrifiante du champ d'expériences, puis décantée après 24 heures de contact.

Dans la première quinzaine de juillet, on a constaté dans tous les vases la présence de l'ammoniaque, mais pas d'acide nitrique.

Dans les premiers jours d'août, on a constaté l'apparition d'acide nitreux par la liqueur de Tromsdorff et, dans la plupart des terres,

la présence de l'acide nitrique, à l'aide de la brucine et de l'acide sulfurique.

De temps en temps, lorsque les sols prenaient trop de dureté par la sécheresse, on ajoutait un peu d'eau, toujours la même quantité à chaque fois, dans tous les vases.

TRAITEMENT DES MÉLANGES POUR LES DOSAGES

Le local de la station ayant dû être évacué à la fin de 1886, nous avons procédé à l'enlèvement des terres, le 22 décembre 1886. Les parois intérieures et extérieures des vases et l'intérieur des cuvettes ont été grattés avec soin pour en détacher les portions de sol adhérentes, les fragments de verre séparés par le tamisage et enfin toute la masse écrasée, chauffée à l'étuve à 70°, puis desséchée au soleil et enfin pulvérisée et brassée pour un mélange homogène dont une portion a été enfermée dans des flacons bien bouchés. Ces terres ont été analysées en 1889. Trois flacons ayant été brisés dans les transports, on n'a pu examiner les mélanges de sable gros et d'argile, aux doses de 20 et de 40 p. 100. ni le mélange de sable fin, de plâtre et de sel marin, à la dose de 5 gr. par kilogramme.

MÉTHODES DE DOSAGE.

L'azote nitrique a été dosé par le procédé de M. Schlœsing : réduction de l'acide nitrique par le protochlorure de fer.

L'azote ammoniacal a été dosé par le procédé Boussingault : déplacement de l'ammoniaque par la magnésie calcinée.

L'azote total a été dosé par la méthode Kjeddhal que l'on a modifiée en ajoutant un peu d'amidon pur donnant lieu à un dégagement considérable de gaz sulfureux dans le traitement par l'acide sulfurique, de manière à réduire complètement l'acide nitrique. Les essais préalables sur du nitrate de potasse pur mélangé à du silex pulvérisé, nous avaient permis de vérifier l'exactitude de la méthode. Comme on a un abondant résidu insoluble de quartz et de silicates, on opère la distillation de l'ammoniaque sur une fraction de la liqueur surnageante, après saturation par un grand excès de soude caustique.

COMPOSITION des MÉLANGES	AZOTE nitrique dosé par kilog de terre. (1)	AZOTE nitrique préexistant pour 1 kilog de terre. (2)	GAIN en azote nitrique pour 1 kil. de terre et pour 100 d'azote organique initial. (3)	GAIN en azote ammoniacal pour 1 kil. de terre et pour 100 d'azote organique initial. (4)	AZOTE total pour 1 kilog de terre à la fin de l'expérience. (5)	AZOTE ni nitrique ni ammoniacal à la fin de l'expérience. (6)	AZOTE total initial pour 1 kilog de terre. (7)	PERTE en azote total pour 1 kilog de terre et pour 100 d'azote initial. (8)	GAIN en azote total pour 1 kilog de terre et pour 100 d'azote initial. (9)	OBSERVATIONS
GROS SABLE SILICEUX DE MONDRAGON										
1° Tourteau. kil 0.040 Sable.... 2.960 Total.. 3.000	gr 0.038	gr 0.004	gr 0.034 (3.32 °/o de l'azote initial). En 1884 3.54 °/o	gr 0.023 (2.24 °/o de l'azote initial).	gr 0.306	gr 0.245	gr 1.027	gr 0.721 (70.2 °/o de l'azote initial).	»	Azote organique ajouté par kilog : en 1884, 1gr298 en 1885, 1gr023
2° Tourteau. 0.040 CaO.SO³. 0.015 Sable.... 2.945 Total.. 3.000	0.111	0.004	0.107 (10.45 °/o) En 1884. 28.82 °/o	0.077 (7.52 °/o)	0.430	0.242	1.027	0.597 (58.13 °/o)	»	
3° Tourteau. 0.040 Argile... 0.300 (10 °/o) Sable.... 2.660 Total.. 3.000	0.091	0.004	0.087 (8.50 °/o)	0.120 (11.73 °/o)	0.440	0.229	1.027	0.587 (57.15 °/o)	»	
4° Tourteau. 0.040 Argile... 0.300 (10 °/o) CaO.SO³. 0.015 Sable.... 2.645 Total.. 3.000	0.091	0.004	0.087 (8.50 °/o)	0.184 (18 °/o)	0.582	0.307	1.027	0.445 (43.33 °/o)	»	
5° Tourteau. 0.040 Argile... 0.900 (30 °/o) CaO.SO³. 0.015 Sable.... 2.045 Total.. 3.000	0.083	0.004	0.079 7.72 °/o	0.406 (39.68 °/o)	0.708	0.219	1.027	0.319 (31.06 °/o)	»	
SABLE SILICEUX FIN DE BOLLÈNE										
6° Tourteau. 0.040 Sable.... 2.960 Total.. 3.000	0.147	0.004	0.143 14.070 °/o En 1884 4.80 °/o	0.090 (8.70 °/o)	0.308	0.131	1.027	0.650 (64.16 °/o)	»	

7°	[illegible] $CaO.SO^3$. 0.015 Sable.... 2.945 Total.. 3.000	0.254	0.004	0.250 (24.43 %) En 1884 46.29 %	0.080 (7.82 %)	0.400	0.156	1.027	0.537 (52.28 %)	»	
8°	Tourteau. 0.040 NaCl.... 0.003 Sable.... 2.957 Total.. 3.000	0.186	0.004	0.182 (17.79 % de l'azote initial).	0.046 (4.49 % de l'azote initial).	0.400	0.168	1.027	0.627 (61.05 % de l'azote initial).	»	
9°	Tourteau. 0.040 NaCl.... 0.003 $CaO.SO^3$. 0.015 Sable.... 2.942 Total.. 3.000	0.383	0.004	0.379 (37.04 %)	0.107 (10.45 %)	0.610	0.120	1.027	0.416 (40.5 %)	»	
10°	Tourteau. 0.040 Argile... 0.300 (10 %) Sable.... 2.660 Total.. 3.000	0.122	0.004	0.118 (11.54 %)	0.125 (12.21 %)	0.521	0.274	1.027	0.506 (49.27 %)	»	
11°	Tourteau. 0.040 Argile... 0.300 (10 %) $CaO.SO^3$. 0.015 Sable.... 2.645 Total.. 3.000	0.272	0.004	0.268 (26.19 %)	0.230 (22.48 %)	0.610	0.108	1.027	0.416 (40.5 %)	»	
12°	Tourteau. 0.040 Argile... 0.600 (20 %) $CaO.SO^3$. 0.015 Sable.... 2.345 Total.. 3.000	0.326	0.004	0.322 (31.47 %)	0.320 (31.27 %)	0.920	0.274	1.027	0.107 (10.41 %)	»	
13°	Tourteau. 0.040 Argile... 0.900 (30 %) $CaO.SO^3$. 0.015 Sable.... 2.045 Total.. 3.000	0.474	0.004	0.470 (45.94 %)	0.345 (33.72 %)	0.980	0.101	1.027	0.047 (4.57 %)	»	
14°	Tourteau. 0.040 Argile... 1.200 (40 %) $CaO.SO^3$. 0.015 Sable.... 1.745 Total.. 3.000	0.634	0.004	0.630 (61.58 %)	0.410 (40 %)	1.320	0.276	1.027	»	0.293 (28.53 % de l'azote initial).	

OBSERVATION A PROPOS DU TABLEAU DES RÉSULTATS.

Comme en 1884, dans nos premières expériences, on n'avait dosé que l'acide azotique produit, nous avons rappelé les mélanges analogues, sables non additionnés d'argile (nos 1, 2, 6 et 7) et les chiffres ont été intercalés dans la colonne (3) des gains en azote nitrique.

INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS.

Influence du sulfate de chaux sur la conservation de l'azote dans le sol et sur sa transformation en acide nitrique.

L'addition du plâtre aux sables dépourvus d'argile a eu pour effet d'accroître la proportion d'azote nitrifié, comme on le voit nos 1, 2, 6 et 7. Si l'on compare ces résultats avec ceux obtenus dans les expériences de 1884 où la dose d'azote organique ajouté était de 1gr 296 par kilog., on voit que les proportions d'azote nitrifié dans les sables gros et fins additionnés de plâtre sont moins élevées que dans ces premières expériences, malgré une durée double (18 mois au lieu de 9 mois). Cela tient à ce que, dans les derniers essais, nos terres ont été très peu arrosées et maintenues presque tout le temps assez sèches, circonstance défavorable à l'action du sulfate de chaux, sel peu soluble, et, en général, à la nitrification.

Comme en 1884, la nitrification a été plus considérable dans les terres à sable fin, que dans les terres à gros sable, à cause sans doute de la dessiccation moins rapide, de l'aération et de l'imbibition plus régulières dans les premières que dans les secondes.

Le gain en azote ammoniacal est peu considérable dans les terres sableuses non plâtrées ou plâtrées. Mais, dans ces mêmes terres, on voit que la perte d'azote total est grandement réduite par la présence du plâtre.

Si l'on rapproche ce fait de celui de la proportion plus forte d'azote nitrique dans les sols plâtrés, on est amené à reconnaître que le plâtre, tout en favorisant la nitrification de l'azote, en empêche avant tout la déperdition.

La déperdition de l'azote peut se faire, dans les conditions où nous opérons, sous deux formes, carbonate d'ammoniaque et azote gazeux.

La perte en carbonate d'ammoniaque peut être considérable.

Au début de nos expériences, nous avons toujours constaté l'apparition d'ammoniaque avant toute trace d'acide nitrique. Aussi est-il vraisemblable que l'azote organique ne se nitrifie pas directement, qu'il est préalablement transformé en ammoniaque et en carbonate d'ammoniaque.

Sous cette forme, il a une grande tendance à se dégager du sol, surtout si celui-ci est peu humide. Le sulfate de chaux le fixe à l'état de sulfate d'ammoniaque. Le rôle du sulfate de chaux est donc, avant tout, de conserver l'azote au fur et à mesure de sa transformation en ammoniaque. A ce titre, il concourt indirectement à la nitrification, en maintenant l'azote sous la forme de sulfate d'ammoniaque facilement nitrifiable. Si les circonstances favorables à la nitrification, humidité, chaleur, aération, surviennent, la transformation de l'ammoniaque en acide azotique se fera rapidement.

La participation du sulfate de chaux dans le phénomène de la nitrification est-elle plus directe et immédiate, soit que l'ammoniaque, à l'état de sulfate, se nitrifie plus rapidement et plus sûrement que sous tout autre état, soit que le sulfate de chaux, par sa faculté de désoxydation au contact des matières organiques et de réoxydation sous l'action de l'air, intervienne directement dans le phénomène, comme le pensait Kuhlmann? c'est ce que nous ne déciderons pas.

Si l'on remarque que, dans nos premières expériences, les sulfates de soude et de potasse, pour lesquels la transformation en sulfate d'ammoniaque est difficile à expliquer, ont exercé une influence très marquée sur la nitrification, moindre, il est vrai, que celle du sulfate de chaux, on reconnaîtra que l'action favorable du plâtre dans la nitrification ne se borne pas à la production du sulfate d'ammoniaque.

La seconde forme sous laquelle l'azote se perd dans l'atmosphère est celle d'azote gazeux. La déperdition de l'azote, à cet état, doit se produire surtout lorsque la nitrification est peu active et qu'il y a formation abondante d'acide azoteux (AzO^3), dont nous avons toujours constaté la présence dans nos terres en cours d'expérience. On sait que la réaction de l'acide azoteux sur l'ammoniaque donne lieu à un dégagement d'azote. La présence du sulfate de chaux entrave-t-elle cette réaction? Indirectement, parce que l'ammoniaque, à l'état de sulfate, serait moins facilement décomposé par l'acide azoteux que sous un autre état? Directement,

parce que le sulfate de chaux se désoxyderait au profit de l'acide nitreux? nous ne trancherons pas ces questions.

Quoi qu'il en soit, il résulte de nos expériences que, dans des terres meubles composées de sable siliceux presque pur, en grains fins ou grossiers, maintenues assez humides ou presque sèches, le plâtre diminue la déperdition d'azote organique ajoutéà ces terres et en favorise la nitrification.

Influence, dans les terres sableuses, du plâtre sur la fixation de l'azote atmosphérique, gazeux ou ammoniacal.

Rien, dans nos expériences sur les terres sableuses plâtrées ou non plâtrées, additionnés d'azote organique sous forme de tourteau, ne nous autorise à affirmer ou à nier qu'il y ait eu fixation d'azote atmosphérique à l'état gazeux ou à l'état ammoniacal, la perte d'azote ayant toujours été plus ou moins considérable.

Influence de l'argile et du plâtre sur la conservation de l'azote dans le sol, sur la nitrification et sur la fixation d'azote atmospherique.

L'addition d'argile aux sables siliceux a eu pour effet, comme celle du plâtre, de réduire la perte d'azote initial.

Pour chaque espèce de sable, l'effet augmente avec la proportion d'argile et est plus considérable, pour la même proportion d'argile, dans les terres à sable fin que dans les terres à sable gros. Dans la terre 14e, à sable fin, renfermant 40 p. 100 d'argile, non seulement il y a eu arrêt de déperdition d'azote, mais encore fixation d'une notable proportion (28.53 p. 100 de l'azote initial) d'azote atmosphérique, gazeux ou ammoniacal.

Ce fait ne nous paraît pas devoir être limité au sol 14e. N'ayant préparé de mélanges exclusifs de sable et d'argile que pour deux terres (3e sable gros et 10e sable fin) et pour la proportion de 10 p. 100 d'argile, les autres mélanges de sable et d'argile (depuis 20 p. 100 jusqu'à 40 p. 100 d'argile) ayant été additionnés de la même quantité de plâtre, nous manquons de données absolument sûres pour affirmer la fixation d'azote atmosphérique par les sols argileux autres que le n° 14, et même par les sols argileux privés de plâtre.

On voit, en inspectant les tableaux, que l'argile n'a pas empêché

le plâtre de favoriser la nitrification et semble, au contraire, lui avoir facilité ce rôle au moins pour les terres à sable fin où les conditions indispensables font moins défaut. On voit, en effet, la proportion d'azote nitrique augmenter en même temps que celle de l'argile. On constate aussi que la proportion d'ammoniaque croît parallèlement, mais moins rapidement que celle de l'acide azotique.

On sait que l'argile retient plus ou moins rapidement l'ammoniaque et le carbonate d'ammoniaque. Pour un poids d'argile et pour des conditions déterminées de chaleur, d'humidité, de pression barométrique et de tension de vapeur ammoniacale dans l'air, il est probable que la quantité d'azote ammoniacal susceptible d'être retenue est assez limitée. Cette limite sera d'autant plus vite atteinte que cet azote ne subira pas de transformation. Mais si une portion de l'azote ammoniacal devient libre par sa transformation en acide nitrique, l'argile pourra fixer une nouvelle quantité d'azote ammoniacal et conserver ainsi successivement tout l'azote organique au fur et à mesure de sa transformation en ammoniaque pour l'abandonner ultérieurement à l'état nitrique, et, en outre, fixer, par le même mécanisme, de l'azote provenant de l'atmosphère.

On conçoit le rôle important que peut jouer ici le plâtre associé à l'argile en transformant l'ammoniaque en sulfate, sel fixe, et en favorisant la nitrification de cet azote ammoniacal. Le plâtre et l'argile concourent simultanément à la conservation de l'azote. Faute d'expériences directes variées sur des terres argilo-sableuses dépourvues de plâtre, il serait peut-être téméraire d'affirmer que l'argile seule est capable de fixer de l'azote emprunté à l'atmosphère.

Comme dans tous les phénomènes complexes où agissent les êtres vivants, représentés ici par les microbes destructeurs de la matière organique et agents directs de la transformation de l'azote en ammoniaque et en acide nitrique, les choses ne se passent vraisemblablement pas avec la simplicité et la continuité régulière que nous avons déduites de nos données d'expérience. En réalité, l'analyse ne saisit ici que la résultante d'une série d'actions complexes où doivent se produire alternativement et simultanément des pertes et des gains d'azote. Le gain d'azote, aux dépens de l'atmosphère, a été constaté pour le sol 14°. Rien ne prouve que les emprunts d'azote à l'atmosphère n'aient commencé qu'après la transformation complète de l'azote organique initial. En raison

de la constitution des sols 11°, 12° et 13° qui ne diffèrent de 14° que par les proportions moindres d'argile, on est en droit d'admettre que ces sols ont aussi puisé de l'azote à la même source, quoique le défaut de gain définitif ne nous permette pas de l'affirmer.

La fixation de l'azote atmosphérique n'ayant pas été le but de nos recherches, nos expériences n'ont pas été disposées de manière à décider si l'azote, prélevé dans l'atmosphère par le sol 14°, a été fixé à l'état d'ammoniaque ou d'azote libre. Toutefois, si l'on admet avec M. Schlœsing la dose de 23 kilogr. d'azote ammoniacal fixé annuellement, à l'hectare, par des terres sèches, non calcaires, un tel apport n'aurait enrichi le sol 14° (occupant une surface maximum de $0^{m}015$ sur une épaisseur de $0^{m}15$) que de $0^{gr}018$ d'azote par kilogr. de terre en 18 mois, tandis que le gain réel d'azote a été, dans le même laps de temps, de $0^{gr}293$. La majeure partie de l'azote aurait donc été fixée à l'état d'azote libre.

Si l'influence de l'argile sur la conservation de l'azote du sol est incontestable, si elle est probable, quant à la fixation d'azote atmosphérique, le rôle de l'argile, comme agent favorisant la nitrification, n'apparaît pas nettement dans nos expériences ; son action, à cet égard, serait indirecte, par la propriété qu'elle possède de conserver l'azote ammoniacal facilement transformable en azote nitrique et aussi par son hygroscopicité qui place les terres sèches où elle entre en proportions plus ou moins fortes dans des conditions moins mauvaises pour la nitrification.

La présence du sel marin dans le sol entrave-t-elle l'action nitrifiante du plâtre ?

Les résultats fournis par les terres 8° et 9° montrent qu'à la dose de 1 gramme par kilogr. le sel marin n'a pas entravé l'action nitrifiante du plâtre. Les quantités d'azote nitrique produites ont été plus considérables que dans les sols 6° et 7°, de même composition, mais dépourvus de sel marin. Cet excès est attribuable, sans doute, au maintien d'une plus grande humidité, par suite de l'hygroscopicité du chlorure de sodium [1].

La rupture d'un de nos vases renfermant une terre à 5 grammes

1. Voy. *Ann. agr.*, t. XIV, p. 306, les expériences de M. Dehérain sur la formation des nitrates dans les terres arables où il observe des résultats semblables à ceux que nous venons de signaler.

de chlorure par kilogr. ne nous a pas permis de nous prononcer sur l'action du sel marin à dose un peu élevée. Mais il n'est pas douteux qu'à partir d'une certaine dose, le sel marin, par ses propriétés antiputrides et antifermentescibles, n'exerce une influence nuisible sur la nitrification.

CONSÉQUENCES PRATIQUES A DÉDUIRE DE CES EXPÉRIENCES

Dans les terres en végétation, il est vraisemblable que la déperdition d'azote est beaucoup moins considérable que dans nos terres nues, assez sèches, surtout que dans nos terres exclusivement sableuses. Une bonne partie de l'azote doit être utilisé par les plantes au fur et à mesure de sa transformation en ammoniaque et en acides nitreux ou nitrique. L'emploi du plâtre n'en paraît pas moins devoir être avantageux dans la plupart des sols végétaux. Saturant ces terres calcaires, à faible dose, à cause de son peu de solubilité dans l'eau, il diminuera les pertes d'azote si abondantes dans ces terres, sous forme d'ammoniaque et de carbonate d'ammoniaque.

Dans les terres pauvres en chaux, il devra être mêlé, comme amendement, à la chaux ou au calcaire.

Dans la fabrication des composts, on devra toujours associer le plâtre, en notable proportion, à la chaux et à la marne.

Dans beaucoup de terrains, comme ceux de l'Algérie, où le gypse se trouve en abondance associé au sel marin, le problème de la fertilisation se réduit à dessaler ces terrains, opération dont une pratique tout empirique a déjà manifesté les avantages.

L'effet du plâtre sera surtout marqué dans les terres peu humides, pauvres en calcaire, argilo-sableuses, où il retiendra l'azote et en facilitera la nitrification, sans danger d'entraînement des nitrates par les eaux.

L'influence favorable du plâtre sur les légumineuses, notamment sur la luzerne, et aussi des superphosphates, qui renferment toujours une forte proportion de sulfate de chaux, doit être, en grande partie, attribué à son pouvoir nitrifiant. On sait que les nitrates ont une tendance marquée à s'infiltrer dans les couches profondes du sol, où ils ne sont pas perdus pour les longues racines de la luzerne.

La fixation d'azote atmosphérique par les terres plus ou moins

argileuses plâtrées expliquerait, en même temps, les exigences moindres des légumineuses en engrais azotés.

Depuis la publication de notre premier travail sur cette question, la présence du sulfate de chaux dans les superphosphates a été prise en considération et, aujourd'hui, les cultivateurs et agronomes qui se livrent à des essais comparatifs sur l'action des superphosphates et des phosphates divers introduisent avec raison, dans ces derniers, une dose de plâtre égale à celle du sulfate de chaux qui se trouve dans les premiers. C'est ainsi qu'on pourra, en expérimentant plus correctement, ramener à ses justes proportions la supériorité relative des superphosphates.

RÉSUMÉ

Dans des sables siliceux presque purs additionnés d'azote organique sous forme de tourteau, à la dose de 1 gramme environ par kilogr., pourvus de ferment nitrique et maintenus très peu humides et exempts de toute végétation pendant 18 mois, la déperdition d'azote a été considérable et s'est élevée jusqu'à 70 p. 100. Elle a été plus grande dans les sables grossiers que dans les sables fins. Les quantités d'acide azotique et d'ammoniaque trouvées à la fin de l'expérience sont faibles, n'atteignant pas 15 p. 100 de l'azote initial.

L'addition de plâtre, à la dose de 5 gr. par kilogr., a, dans les mêmes conditions, réduit la perte d'azote à 58 p. 100 au maximum.

L'azote conservé sous l'influence du plâtre se retrouve dans les mélanges à l'état d'ammoniaque et d'acide azotique. L'effet de conservation et de nitrification est plus marqué dans les sables à éléments fins offrant des conditions d'aération et d'humidité plus favorables à la nitrification.

Des expériences antérieures sur des sols identiques, maintenus dans un état moyen d'humidité, avaient fourni des doses d'azote nitrique beaucoup plus fortes, malgré une durée moindre (9 mois). La sécheresse est évidemment défavorable à la nitrification.

L'azote organique se transforme d'abord en azote ammoniacal dont la présence est constatée avant toute trace d'acide azotique ou azoteux. L'azote, si les conditions de nitrification active font défaut, se dégage de nos terres sous forme d'ammoniaque ou de

carbonate d'ammoniaque et, ultérieurement, sous forme d'azote gazeux, par la réaction bien connue sur l'ammoniaque de l'acide azoteux dont la présence, en plus ou moins faible quantité, se constate toujours.

Le sulfate de chaux retient l'ammoniaque à l'état de sulfate d'ammoniaque et contribue indirectement à la production d'acide nitrique en conservant l'azote sous une forme où il est facilement nitrifiable. Le rôle du sulfate de chaux ne paraît pas se borner là. Il semble participer plus directement au phénomène de la nitrification, en vertu d'une action encore mal connue, qu'on a essayé d'expliquer par sa faculté de désoxydation et de réoxydation, action qui lui serait commune avec les sulfates de soude et de potasse, dont la transformation en sulfate d'ammoniaque est plus difficile à comprendre et qui n'en ont pas moins manifesté une influence très marquée sur la nitrification, moindre, il est vrai, que celle du sulfate de chaux.

Rien n'autorise à penser que les terres sableuses aient, durant le cours de l'expérience, prélevé de l'azote dans l'atmosphère.

La présence du chlorure de sodium, à la dose de 1 millième, n'entrave pas l'action nitrifiante du plâtre. Elle est même favorable en entretenant, grâce à l'hygroscopicité de ce sel, un peu plus d'humidité.

A partir d'une certaine dose que nous n'avons pas déterminée, le sel marin, par ses propriétés antiputrides et antifermentescibles, doit être nuisible.

L'incorporation d'argile pure, à la dose de 10 p. 100, dans les sables non plâtrés maintenus dans les conditions précitées, une faible humidité, la présence du ferment nitrique et l'absence de végétation, ont réduit notablement la perte d'azote. L'accroissement d'acide nitrique n'est marquée que pour le sable à gros éléments auquel l'argile aura donné un peu plus de cohésion et d'hygroscopicité.

Il y a eu diminution d'acide nitrique pour le sable fin. Les quantités d'ammoniaque ont augmenté dans les deux sols, ce qui est est conforme au fait connu de la propriété que possède l'argile de retenir l'ammoniaqne et le carbonate d'ammoniaque. L'argile par elle-même, quoique retenant l'azote ammoniacal, semble plutôt nuisible qu'utile à la nitrification.

L'addition de plâtre, à la dose de 5 millièmes, dans les sables

siliceux mélangés d'argile en proportion variant de 10 à 40 p. 100, a eu pour résultat de réduire progressivement les pertes d'azote.

L'effet est surtout marqué dans les terres à éléments fins. Le sol à sable fin renfermant 40 p. 100 d'argile présente même un gain d'azote s'élevant à 28.53 p. 100 de l'azote initial. Excepté dans les sols à gros sable où le taux d'azote nitrique ne varie guère, les quantités d'acide azotique vont en croissant avec la proportion d'argile. Les quantités d'ammoniaque croissent parallèlement, mais moins rapidement que celles d'acide nitrique dans les terres à éléments fins.

Le plâtre et l'argile concourent simultanément à la conservation de l'azote sous forme ammoniacale, mais l'argile seule immobiliserait en grande partie cette ammoniaque et cesserait bientôt d'en fixer de nouvelles quantités, si le plâtre ne la lui enlevait à l'état de sulfate facilement nitrifiable et ne maintenait ainsi toujours active la faculté fixatrice de l'argile pour l'ammoniaque.

Une terre argilo-sableuse, plâtrée, renfermant 40 p. 100 d'argile et 1 millième environ d'azote organique (1gr 023 par kilogr.), a présenté, après dix-huit mois, un gain d'azote s'élevant à 0gr 293 par kilogr. ou 28.53 p. 100 de l'azote initial. Or, des recherches faites par M. Schlœsing, il résulte qu'une terre sèche, non calcaire, absorbe annuellement à l'hectare 23 kilogr. d'azote ammoniacal, ce qui constituerait, pour la période de 18 mois, un apport de 0gr 018 d'azote par kilogr. (1.75 p. 100) à notre terre. La majeure partie de l'azote aurait donc été fixée à l'état d'azote libre.

Rien n'autorise à penser que le fait de fixation d'azote gazeux doive être limité à la terre où l'on a constaté un gain réel, mais il y a tout lieu de croire que les terres ayant la même constitution et ne différant que par des proportions moindres d'argile jouissent de la même propriété, non mise en évidence toutefois, parce que dans ces terres les gains n'auraient pas définitivement compensé les pertes.

Comme conclusions pratiques à tirer de ces expériences, on prévoit que l'emploi du plâtre sera avantageux dans la plupart des sols végétaux. Saturant, à faible dose, les terres calcaires à cause de son peu de solubilité dans l'eau, le plâtre limitera la déperdition d'azote, considérable dans ces terres, à l'état d'ammoniaque et de carbonate d'ammoniaque.

Dans les terres pauvres en chaux, il devra être mêlé, comme amendement, à la chaux ou au calcaire.

Dans la fabrication des composts, il devra être toujours associé, en notable proportion, à la chaux et à la marne.

On fera entrer le sulfate de chaux dans la composition des engrais chimiques où l'azote se trouve à l'état ammoniacal, et, à forte dose, pour les terres calcaires.

Dans beaucoup de terrains, comme ceux de l'Algérie, où le gypse se trouve en abondance, associé au sel marin, le problème de la fertilisation se réduit à dessaler ces terrains, opération dont une pratique tout empirique a déjà manifesté les avantages.

L'effet du plâtre sera surtout marqué dans les terres peu humides, pauvres en calcaires, argilo-sableuses, où il retiendra l'azote et en facilitera la nitrification, sans danger d'entraînement des nitrates par les eaux.

L'influence favorable du plâtre sur les légumineuses, notamment sur la luzerne, et aussi des superphosphates qui renferment toujours une forte proportion de sulfate de chaux doit être, en grande partie, attribuée à son pouvoir nitrifiant. On sait que les nitrates ont une tendance marquée à s'infiltrer dans les couches profondes du sol, où ils ne sont pas perdus pour les longues racines de la luzerne. La fixation d'azote atmosphérique par les terres plus ou moins argileuses plâtrées expliquerait, en même temps, les exigences moindres des légumineuses en engrais azotés.

C'est avec raison que, pour les essais comparatifs sur l'action des superphosphates et des phosphates divers, les agronomes conseillent, depuis quelque temps, d'introduire dans ces derniers une dose de plâtre égale à celle de sulfate de chaux qui se trouve dans les premiers. On pourra ainsi, par une expérimentation plus correcte, ramener à ses justes proportions la supériorité relative des superphosphates.

NOTICE NÉCROLOGIQUE

EUGÈNE MAILLOT

Les *Annales agronomiques* viennent de perdre un de leurs collaborateurs les plus dévoués ; l'université, un de ses meilleurs maîtres ; la science, un de ses plus ardents pionniers. Nous ne voulons pas le laisser disparaître sans dire à nos lecteurs, en quelques mots, quel a été son rôle, et pourquoi tous ceux qui l'ont connu l'ont estimé et aimé.

M. Eugène-Marie-Alexandre Maillot est né le 10 mai 1841 dans le petit village d'Ainvelle, près Conflans (Haute-Saône). Ses parents étaient cultivateurs et ses frères le sont encore. Il l'eût été comme eux, car les études sont chères, et une famille de cultivateurs n'est jamais riche quand elle compte neuf enfants, si son oncle, M. Boulangier, actuellement inspecteur d'académie à Rodez, et alors principal du collège de Salins (Jura), n'avait remarqué ses heureuses dispositions, et n'avait entrepris de lui faire faire ses classes. Les succès du jeune Maillot y furent tels qu'en 1860, après deux années de mathématiqúes spéciales faites l'une à Besançon, sous l'habile direction de M. Chevilliet, l'autre, à Stanislas, il était reçu à la fois à l'Ecole normale et à l'Ecole polytechnique.

Il aurait pu hésiter entre les deux. Il avait trouvé dans sa famille les traditions des grandes guerres. Son grand-père paternel s'était distingué au siège de Mayence. Son grand-père maternel avait parcouru l'Europe à la suite de Moreau, de Bonaparte, de Masséna, de Soult. Mais Maillot avait le tempérament des remueurs d'idées, non celui des hommes d'action. Il avait un esprit critique très aiguisé, même quelquefois un peu narquois, mais toujours bienveillant. Sa vraie place était à l'École Normale, où ses qualités lui donnèrent une place distinguée et des amitiés solides. Il en sortit agrégé en 1863, et me succéda comme préparateur au laboratoire de M. Pasteur.

C'était le moment où s'y faisaient les études sur la maladie des vers à soie. Maillot s'y consacra tout entier. Il avait eu le bonheur

de trouver, dès l'origine, la voie dans laquelle s'est écoulée sa vie, mais peut-être ce bonheur n'était-il que de la sagesse, cette sagesse résignée qui était dans son tempérament, dont il a donné tant de preuves, et qui lui a fait borner volontairement sa carrière aux premiers horizons aperçus en sortant de l'Ecole normale.

M. Pasteur eut tout de suite assez de confiance en lui pour le charger de plusieurs missions scientifiques en France et à l'étranger. Il était en Allemagne à la veille de la guerre, et n'en revint que pour voir son village envahi, et sa maison paternelle remplie de soldats auxquels il fallait à la fois obéir et tenir tête. Pendant cette douloureuse période, ses frères étaient sous les drapeaux. Malheureusement l'un d'eux, en rentrant de l'armée de Bourbaki, en rapporta le typhus, et la contagion atteignit presque en même temps deux des frères, trois des quatre sœurs et le père de famille. Maillot eut beau se multiplier, la maladie emporta en trois jours son père et sa sœur aînée, et « quand j'arrivai moi-même au pays, raconte M. Boulangier, Maillot me prit par la main et me dit : « Mon oncle, voici la chambre des vivants, voici celle des mourants et voilà celle des morts. »

Maillot aimait peu à parler de lui, et il y a de ses bons amis qui n'ont jamais su le courage qu'il avait déployé dans ces tristes circonstances ; il s'appliqua à l'oublier lui-même en travaillant. A la suite de trois rapports intéressants sur les congrès séricicoles de Goritz et de Roveredo, et sur l'établissement de grainage Susani, il fut appelé à diriger la Station séricicole de Montpellier, et quelques mois après, il trouvait, dans son union avec M[lle] M. Borde, la réalisation de tous les rêves de bonheur tranquille et modeste qu'il s'était toujours faits. Il a été par excellence l'homme du foyer domestique, ne le quittant que pour son laboratoire ou ses tournées obligées, toujours heureux d'y rentrer, et y tenant une place qui ne se mesure aujourd'hui qu'au vide qu'il y laisse.

On peut dire qu'il a été, depuis 1872, à la tête du progrès séricicole dans notre pays. Sans cesse occupé à répandre les bonnes doctrines, soit dans ses conférences aux éleveurs ou aux élèves des écoles normales primaires, soit dans les brochures qui se multipliaient sous sa plume, soit dans des articles de journaux, il trouvait encore du temps pour traduire en français ou rééditer tout ce qui lui paraissait bon à connaître, et son œuvre la plus méritoire, dans cet ordre d'idées, est la traduction du latin du *Traité du ver*

à soie de Malpighi. On trouvera, à la fin de cet article, le relevé fait par lui-même des plus importantes de ces publications, auxquelles il se complaisait à la fois parce qu'il sentait que, la sériciculture ayant trouvé sa voie, il avait pour devoir pressant d'y pousser les éducateurs, et puis parce que ce travail d'écrivain, qui exige de la méditation et qui comporte choix et méthode, convenait admirablement à sa nature physique et intellectuelle.

Mais il savait aussi prêcher d'exemple. Ses éducations de vers à soie, à la Station, étaient toujours des modèles, et avec les lots les mieux réussis, il faisait tous les ans des graines saines qu'il distribuait dans le pays. Toutes les fois qu'une pratique, une méthode, un procédé nouveau d'éducation ou de grainage faisait son apparition dans le monde, il l'essayait et prononçait sur lui un jugement qui était rarement frappé d'appel. Dans ces dernières années il avait surtout fait des élevages de vers de races diverses, dans l'espoir de doter l'industrie d'un animal sérigène autre que le ver à soie, supportant une autre alimentation ou d'autres climats. Enfin, il dressait tous les ans la statistique de la production des cocons, et publiait une carte séricicole où tous les documents qu'il recueillait venaient s'écrire sous une forme nette et lisible. Il avait le plaisir de voir monter, continûment, presque d'année en année, le niveau du rendement en cocons de l'once de graine, et s'il était trop modeste pour signaler la part que pouvait avoir dans ce progrès la Station séricicole de l'École d'agriculture de Montpellier, tout le monde lui rendait la justice de dire qu'il y était pour beaucoup.

Aussi l'administration, reconnaissante de ses services, et de l'éclat exceptionnel qu'avait son exposition séricicole, au milieu de l'exposition pourtant si remarquable de l'Ecole d'agriculture de Montpellier, l'avait porté sur la liste des décorations accordées à la suite de l'Exposition Universelle, et si cette liste eût paru quelques jours plus tôt, Maillot aurait eu la joie de s'y voir inscrit; mais il s'en fût surtout réjoui pour ses proches. Il se sentait déjà atteint. Venu malade à Paris pour assister au congrès général agricole, il revint à Montpellier très fatigué, presque méconnaissable. Il est mort entouré des siens, le 28 octobre dernier, à Remoulins (Gard) où il était venu essayer de l'effet d'un changement d'air. On ne peut que s'incliner silencieusement devant la douleur de ceux qu'il laisse, de sa veuve et de ses enfants. Les qualités et les mérites de celui

qu'ils ont perdu justifient toutes les douleurs et tous les regrets, jusqu'au jour où leur souvenir deviendra un réconfort et un exemple.

E. Duclaux.

LISTE DES PUBLICATIONS ET DES TRAVAUX

DE M. MAILLOT

Les Congrès séricicoles internationaux, 1874.

Recherches sur la gattine et la flacherie, traduit de MM. Verson et Vlacovich, 1874.

Congrès séricicole de Montpellier, 1874.

De la production des graines de vers à soie, 1875.

Du chauffage des magnaneries, trad. de l'italien, 1875.

Expériences sur l'accouplement des papillons du Bombyx du mûrier, traduit de l'italien, de M. Cornalia, 1875.

De la soie en Europe, traduit de MM. Pinchetti, Mattiuzzi et Nessi, 1875.

De l'art d'élever les vers à soie, 1876.

Méthodes de sélection, 1876.

Eclosion des graines par le frottement, l'électricité, et l'hibernation artificielle, 1876.

Le Système Pasteur et ses résultats, 1876.

Congrès séricicole international de Milan, 1876.

La Façon de faire et semer la graine de mûriers, gouverner et nourrir les vers à soie, réimpression de B. de Laffemas, 1877.

Essai sur l'histoire de la soie en France, réimpression de A. Poirson.

Les Principes du grainage, 1878.

Traité du ver à soie, trad. du latin de Malpighi, avec 12 planches, 1878.

Des soieries et des vers à soie en Chine, réimpression du P. du Halde, 1879.

Observations anatomo-physiologiques sur les insectes en général, et sur les vers à soie en particulier, trad. de l'italien, de De Filippi, 1879.

Toutes ces brochures ont été éditées par Coulet, à Montpellier, et distribuées gratuitement aux éducateurs de vers à soie. Les travaux suivants sont des rapports au ministère de l'agriculture, et ont paru en grande partie dans le *Bulletin de l'agriculture* ou les *Annales agronomiques*.

Sur l'industrie séricicole de Goriz et d'Udine, 1871.

Sur les congrès séricicoles en Corse, 1871.

Sur l'établissement de grainage Susani, 1872.

Sur le congrès séricicole international de Roveredo, 1872.

Sur l'exposition séricicole en 1878.

Sur le congrès séricicole international de Sienne, 1882.

Sur les croisements, 1883.

Sur la production séricicole de la France en 1882, 83, 84, 85, 86, et 1887, avec cartes.

Rapport à la chambre de commerce de Lyon sur de nouvelles races de vers à soie, 1888.

Enfin nous citerons comme résumant l'œuvre de M. Maillot comme professeur de sériciculture un très beau livre :

Leçons sur le ver à soie du mûrier, 1 vol. Coulet, Montpellier.

BIBLIOGRAPHIE

Géologie agricole. Tome II, par M. Eugène Risler [1]. — Après une longue interruption, l'auteur termine dans ce volume un ouvrage dont la première partie avait été publiée en 1884. M. Risler reprend l'étude des terrains où il l'avait laissé : aux terrains crétacés.

Il suit la répartition des étages géologiques dans les diverses régions de la France, et après les avoir rapidement décrits, il donne l'historique des progrès agricoles accomplis dans chacune de ces contrées, par une méthode excellente : la monographie de diverses fermes.

Cette lecture est des plus instructives et des plus encourageantes, le nombre des terres abandonnées jadis à la vaine pâture, mises résolument en culture avec un plein succès, est considérable; on voit comment les améliorations foncières judicieuses, le drainage, l'emploi de la marne ou de la chaux, puis des engrais salins, phosphates, nitrates et sels ammoniacaux on successivement élevé les rendements.

On voit en même temps, chose singulière, comment les variétés cultivées varient, tel blé qui produit d'abord des récoltes remarquables dégénère peu à peu, et est remplacé par un autre qui, après quelques années, est à son tour délaissé.

M. Risler, avec raison, donne beaucoup d'extension à l'étude des gisements de phosphate de chaux répandus dans notre pays dans plusieurs étages différents; il a ajouté à son ouvrage une carte statistique de ces gisements qui est très instructive. Cette carte divisée en fragments comprend, d'une part, la structure géologique des diverses régions avec les teintes conventionnelles employées d'ordinaire. Il est curieux de voir le gisement de l'Est aligné à la séparation du jurassique et du crétacé inférieur; il en est de même pour le gisement du Pas-de-Calais.

Une carte générale de la France porte des diagrammes de la production des carrières de phosphate de chaux. Le montant de la production de chacun d'eux est représenté en rouge par un diagramme formé de deux cercles concentriques. Le cercle intérieur présente une surface proportionnelle au nombre de tonnes extraites et le cercle extérieur à la valeur des produits.

D'un coup d'œil, on voit que c'est le gisement de l'Est qui fournit la plus grande masse de phosphates ; il a donné, en 1886, 67,700 tonnes valant 1,895,000 fr.; bien que celui du Pas-de-Calais n'ait fourni que 20,000 tonnes, la valeur extraite représente 1,190,000 fr. Le gisement du Gard est très riche, avec 13,000 tonnes il a fourni une valeur de 968,000 fr.

1. 1 vol. in-8. Berger-Levrault, 1889.

Les poches nouvellement découvertes dans la Somme n'ont produit que 5,000 tonnes en 1886 valant 350,000 fr.; aujourd'hui ces chiffres sont largement dépassés, puisque M. Nantier estime à 900,000 tonnes [1] la quantité actuellement extraite; si la tonne vaut 70 fr., la valeur serait de 63 millions de francs pour les trois ans ou plus de 20 millions de francs par an. M. Risler consacre plusieurs pages intéressantes à ce gisement nouvellement découvert, et à ce propos, je me permets une critique : la table qui termine le volume est insuffisante. Cette question fort importante des phosphates de Picardie est traitée dans l'histoire des terrains crétacés, la table me dit seulement : étage sénonien ou craie blanche, dans la Champagne, la Picardie, etc.; ce n'est pas assez pour un volume qui sera entre les mains de cultivateurs; ils auront certainement grand'peine à découvrir certains renseignements qui leur sont particulièrement précieux.

Le volume de M. Risler contient des estampes, quelques-unes sont fort jolies, elles n'ont qu'un rapport assez lointain avec les sujets traités. Le volume est très intéressant, et tel qu'on pouvait l'attendre d'un agronome aussi distingué que le directeur de l'Institut agronomique.

Les Engrais, Tome II, par MM. MUNTZ et A. CH. GIRARD[2]. — Les auteurs s'occupent dans ce second volume des engrais azotés et des engrais phosphatés, et réunissent sur ces matières l'ensemble des connaissances acquises au moment où ils écrivent; le malheur des livres de ce genre, c'est qu'ils ne sont pas plutôt imprimés, qu'ils sont déjà débordés par l'afflux incessant des travaux nouveaux; c'est ainsi que les importantes recherches d'Hellriegel et Wilfarth si bien confirmées par M. Breal, que les nombreux travaux sur ces nodosités à bactéries des légumineuses ne sont que sommairement indiqués (page 10); il est clair que cette partie du volume était imprimée quand la démonstration éclatante de l'intervention de l'azote atmosphérique dans les phénomènes de la végétation a été donnée.

On a bien mauvaise grâce, il faut le reconnaître, à entamer le compte rendu d'un ouvrage en signalant d'abord ce qui lui manque, au lieu de louer ce qu'il renferme, mais c'est précisément parce que le livre de MM. Muntz et Ch. Girard est très complet, très étudié, qu'on est fâché qu'une mauvaise chance l'ait privé de célébrer une des découvertes agronomiques les plus importantes qui ait été faite depuis longtemps.

Les auteurs ne se bornent pas à citer des analyses nombreuses, des expériences de culture variées, ils donnent aussi le résumé des travaux personnels d'un grand intérêt; les expériences sur l'action qu'exercent les sels ammoniacaux sur les plantes, en s'efforçant d'éloigner le ferment nitrique, sont notamment de nature à trancher une question théorique très discutée; il résulte de la discussion à laquelle se livrent MM. Muntz et Ch. Girard que l'ammoniaque est directement assimilée.

Le sulfate d'ammoniaque exerce cependant sur certains sols une influence fâcheuse jusqu'à présent inexpliquée.

1. *Ann. agr.*, t. XV, p. 408.
2. Bibliothèque de l'Enseignement agricole, Firmin Didot.

Les deux chapitres relatifs au nitrate de soude et au sulfate d'ammoniaque sont fort importants : non seulement on y trouve tous les renseignements agronomiques utiles, mais encore l'exposé des méthodes d'extraction de ces sels, soit des carrières du Pérou, soit des eaux vannes; je pense que peut-être il y aurait eu lieu d'indiquer la distinction qu'on a cru devoir faire depuis plusieurs années sur l'emploi du sulfate d'ammoniaque sur les terres humides et celui du nitrate de soude sur les terres sèches[1].

Les auteurs passent en revue tous les engrais azotés d'origine animale, sang, viande, cornes, cuir, guano, etc.

Dans la seconde partie, ils abordent l'histoire des phosphates qu'ils tracent d'une façon très complète, étudiant les divers gisements, puis les produits fabriqués avec les phosphates qu'ils fournissent.

Je pense qu'un cultivateur qui voudra se renseigner sur les engrais trouvera dans les deux volumes de MM. Muntz et Girard tous les renseignements dont il aura besoin, et comme les auteurs ont précisément écrit leur livre pour fournir ces connaissances indispensables aujourd'hui aux praticiens instruits, on doit les féliciter d'avoir mené à bien la lourde tâche qu'ils avaient entreprise.

P.-P. D.

1. Ces messieurs me prêtent une expérience que je n'ai jamais faite, ils supposent (page 303) que j'ai donné à une culture de BLÉ 1,200 kilogr, de sulfate d'ammoniaque ou 1,200 kilogr. de nitrate de soude! En réalité le blé a succédé à une culture de pommes de terre qui avait reçu trois ans auparavant les doses d'engrais indiquées.

Le Gérant : G. MASSON.

3839. — MOTTEROZ. — Imprimeries réunies, B, rue Mignon, 2.

EXPÉRIENCES

SUR

LA CULTURE DES LÉGUMINEUSES

PAR

E. BRÉAL
Lauréat de l'Institut, préparateur au Muséum.

§ 1er — Les légumineuses absorbent l'azote de l'air.

Toutes les matières qui participent à la vie, qu'elles soient de provenance végétale ou animale, contiennent de l'azote combiné. Les animaux ont pris ce principe dans les végétaux qui leur ont servi de nourriture ; les aliments les plus recherchés et les plus nutritifs sont aussi ceux qui le contiennent dans les plus fortes proportions. Dans l'air que les animaux respirent il existe une immense quantité d'azote gazeux, mais on a reconnu qu'ils ne peuvent pas se l'assimiler ; les recherches de savants physiologistes ont même démontré que, pendant la respiration, les animaux mettent en liberté une partie de l'azote combiné qui est engagé dans leur organisme.

Les plantes doivent donc fournir l'azote aux animaux ; elles vont le puiser dans la terre sur laquelle elles végètent ; depuis qu'on sait faire des analyses, on a vu que toutes les terres fertiles renferment une quantité notable d'azote, que les engrais les plus efficaces sont ceux qui le contiennent dans la plus forte proportion. D'habiles expérimentateurs ont démontré que beaucoup de récoltes, le blé par exemple, augmentent proportionnellement à la quantité d'azote qu'on ajoute au sol. Je cite à l'appui une des nombreuses expériences de MM. Hellriegel et Wilfarth répétant celles qu'avait faites autrefois Boussingault.

CULTURES DE L'AVOINE PENDANT L'ANNÉE 1887.

Azote ajouté sous forme de nitrate de chaux.	Récolte superficielle sèche.
Gr.	Gr.
0.000	0.597
0.056	5.134
0.112	11.757

Cependant tous ceux qui cultivent des prairies artificielles de légumineuses ont reconnu que ces plantes ne profitent pas de

l'engrais azoté ; quand les récoltes que donnent ces prairies diminuent, et qu'on cherche à communiquer à la plante une vigueur nouvelle en lui donnant un engrais azoté, on ne fait que hâter son déclin, parce que ce n'est pas la légumineuse qui s'en empare, mais les graminées qui en se développant finissent par l'étouffer complètement. Voilà donc des plantes se nourrissant autrement que le blé, et pourtant elles fournissent des récoltes contenant énormément plus d'azote que celles du blé. Je cite comme exemple, les analyses faites il y a plus de trente-cinq ans par Boussingault.

TABEAU I. — RÉCOLTES DE LUZERNE DE M. CRUD

	PRODUIT PAR HECTARE	AZOTE
	Kilogr.	Kilogr.
1re année..................	3.360	79
2e —	10.080	237
3e —	12.500	294
4e —	10.080	237
5e —	8.000	188
TOTAL.................		1.035

Le champ avait reçu 44,000 kilogr. de fumier de ferme, contenant 224 kilogr. d'azote.

Dans l'espace de cinq ans, cette terre avait donc livré des récoltes dont l'azote excédait de 811 kilogr. celui du fumier ; ces récoltes contenaient ensemble quatre fois plus d'azote que le fumier.

Il était permis de supposer qu'après la cinquième année, la terre devait être épuisée en matière azotée, et qu'une plante telle que le blé, qui a absolument besoin de cet élément, ne pourrait plus s'y développer. Or la sixième année produisit une bonne récolte de froment, sans qu'on eut apporté d'engrais.

RÉCOLTE DE FROMENT. CULTURE DE M. CRUD.

		Produit par hectare.	Azote.
		Kil.	Kil.
6e année.	Grain..........................	1580	31
	Paille..........................	3976	12
	TOTAL................	5556	43

La luzerne pouvait ainsi donner une succession de récoltes très riches en azote, sans enlever les principes azotés existant dans le sol ; il fallait donc reconnaître que cette plante ne recherche pas son azote dans la terre. Elle doit alors le prendre dans l'air.

Pour vérifier cette hypothèse, Boussingault institua la longue série d'expériences si connues, qui lui démontrèrent que les plantes sont incapables d'utiliser l'azote qui constitue en grande partie l'atmosphère qui nous entoure.

Tout le monde se rappelle que le grand agronome avait préparé par la calcination un sol artificiel qui ne contenait plus de matière organique, mais qui renfermait toutes les matières minérales nécessaires aux plantes ; il reconnut que sur ce sol aucune graine n'était capable d'augmenter le poids de l'azote qu'elle contenait. Malheureusement en calcinant la terre, il en modifiait totalement la nature, il tuait tous les êtres animés qui y vivent et dont quelques-uns ont pour fonction de collaborer avec les grands végétaux pour les amener à leur complet développement.

C'est seulement dans ces dernières années que M. Berthelot est arrivé, après de très patientes recherches, à montrer que toute terre végétale est remplie d'organismes infiniment petits, et que dans les terres pauvres, ils fixent l'azote de l'air et interviennent dans la végétation comme un agent de fertilité. Puis MM. Hellriegel et Wilfarth en Allemagne ont observé que les plantes de la famille des légumineuses pouvaient prospérer dans les terrains ne contenant pas d'azote combiné, lorsque leurs racines étaient garnies de nodosités. Quand on écrase ces nodosités et qu'on examine sous un fort microscope le liquide qui en découle, ont voit qu'il est rempli d'un nombre infini de bactéries douées de mouvement. MM. Hellriegel et Wilfarth ont répété l'expérience de Boussingault avec les légumineuses ; ils ont semé des graines, des pois par exemple sur la terre calcinée au préalable, et ils ont constaté à leur tour que ces graines en se développant n'augmentaient pas leur azote ; ils ont ensuite versé sur la terre calcinée quelques centimètres cubes d'eau qui avaient été en contact avec un sol ayant déjà porté des légumineuses, et alors ils ont vu la terre stérilisée et qui n'avait pas pu donner de récolte redevenir fertile et porter des plantes qui contenaient plus d'azote que les graines dont elles provenaient. Les racines de ces plantes étaient garnies de nodosités remplies de bactéries ; c'était donc par les quelques centi-

mètres cubes d'eau qui avaient séjourné avec de la terre fertile que ces bactéries avaient été apportées; en pénétrant dans les racines de la plante, et en s'y multipliant, elles l'ont rendue capable de se développer sur une terre stérile ; ces plantes ne pouvaient pas prendre de l'azote dans la terre, puisqu'elle n'en contenait pas, mais elles pouvaient une fois munies de nodosités, puiser l'azote dans l'air et se l'assimiler. MM. Hellriegel et Wilfarth ont constaté que l'eau de lavage de la terre fertile, qui a la propriété de faire naître les nodosités sur les racines des légumineuses, perd cette propriété quand on en porte la température à 60°, ce qui confirme bien que la vertu fertilisante de cette eau d'arrosage est due à la présence d'un organisme[1].

J'ai repris l'année dernière, et j'ai continué cette année-ci les importantes expériences de MM. Hellriegel et Wilfarth. J'ai analysé les nodosités d'un grand nombre de légumineuses, celles de l'acacia, du pois, du lupin, du haricot, des lentilles; elles constituaient toutes un corps très azoté ; dans 100 parties de ces tubercules séchés à 110°, l'azote variait, d'une plante à l'autre, de 3 à 7, et c'étaient toujours les tubercules qui constituaient après la graine la portion de la plante la plus riche en cet élément[2].

J'ai reconnu qu'il est facile de transporter la bactérie qui vit sur la racine d'une légumineuse à la racine d'une autre plante de la même famille. Il suffit pour cela d'effectuer une inoculation : je pratique avec un scapel préalablement flambé sur une flamme et refroidi, une coupure sur un tubercule ; dans cette coupure je plonge un tube de verre que je viens d'étirer à la lampe, puis je le fais pénétrer après refroidissement dans la racine de la plante à inoculer.

J'avais ainsi *vacciné* la racine d'une graine de lupin qui avait germé sur du papier à filtrer humide, et je l'avais enraciné dans un pot à fleur contenant 1 kilogramme de gravier ; à côté j'ai enraciné une autre graine de lupin germée de la même manière, mais qui n'avait pas été *vaccinée*. Le gravier était arrosé avec une dissolution étendue de chlorure de potassium et de phosphate de chaux.

Les plantes se développèrent inégalement ; celle qui avait été

1. *Ann. agron.*, t. XV, p. 5.
2. *Ann. agron.*, t. XIV, p. 481.

inoculée forma une grosse tige, garnie de beaucoup de feuilles vertes; elle porta des fleurs et des fruits; l'autre resta pâle et chétive.

Après la récolte je reconnus que la plante inoculée avait ses racines garnies de tubercules; sa voisine qui avait ses racines plus développées, ne portait pas de nodosités. La première contenait deux fois et demie plus d'azote que la graine d'où elle provenait, tandis que l'autre n'avait pas augmenté l'azote de sa graine.

Cette expérience montre l'influence qu'exercent les nodosités à bactéries sur l'assimilation de l'azote de l'air ; elle prouve que l'azote que gagnent les plantes ne provient pas uniquement de l'ammoniaque répandu dans l'air, que leurs feuilles sont capables d'absorber; ici les deux plantes vivaient dans des conditions identiques de milieu; si l'une des deux s'est mieux développée, c'est parce qu'elle portait des nodosités sur ses racines.

Toutes les expériences que je vais relater dans ce mémoire, ne sont que la confirmation du fait capital de l'assimilation de l'azote de l'air par les légumineuses dont les racines sont peuplées de bactéries.

§ 2. — Cultures de pois dans l'eau.

Les graines avaient germé sur du papier à filtre maintenu humide. Quand leurs racines eurent atteint une longueur de 3 à 4 centimètres, je les ai piquées avec une pointe que j'avais plongée dans un tubercule de luzerne. Je les ai ensuite placées par paire sur des supports en verre appropriés; leurs racines baignaient dans une dissolution de chlorure de potassium et de phosphate de chaux, renfermée dans des flacons d'un litre ; ceux-ci étaient enfoncés dans des pots en grès, servant à intercepter les rayons du soleil.

Les pois ont crû régulièrement, tant qu'ils trouvèrent de la nourriture dans leurs cotylédons ; ils passèrent ensuite par une période de langueur, que les physiologistes allemands ont caractérisée par l'expression de *faim d'azote*, puis ils repartirent avec vigueur et réussirent à mûrir des graines.

La végétation avait duré du 2 avril au 10 juin. Les racines portaient à cette dernière époque de nombreux tubercules.

J'ai séparé les tiges des racines, et je les ai séchés à 110°; j'ai

pris le poids des tiges, des racines, et j'y ai dosé l'azote ; deux graines semblables à celles que j'avais mises en culture avaient été pesées et analysées. Voici les nombres obtenus :

TABLEAU II.

	POIDS		
	De la MATIÈRE SÈCHE	De L'AZOTE P. 100 de matière sèche	De L'AZOTE TOTAL
	Gr.		Gr.
Tiges	3.785	2.35	0.089
Racines	1.165	2.60	0.030
TOTAL	4.950		0.119
Graines	0.502	3.60	0.018
GAIN	4.448		0.101

Le tableau nous fait voir que les plantes contenaient près de 10 fois plus de matière organique sèche que les graines qui leur avaient donné naissance, et que le poids de l'azote des plantes était à celui des graines comme $\frac{6.6}{1}$.

Remarquons que les parties aériennes avaient acquis un poids pour le moins triple du poids des racines, mais que les racines étaient constituées d'une substance plus azotée que celle des tiges.

Cette culture montre que la bactérie de la luzerne peut se développer sur a racine d'un pois, qu'elle peut vivre sous l'eau, et que les plants dont les racines portaient ces bactéries ont pu assimiler l'azote de l'air, puisqu'ils végétaient sur de l'eau privée de substance organique.

L'an dernier j'avais également fait une culture de pois enracinés sur l'eau. Pour communiquer les bactéries à leurs racines, j'avais simplement mélangé à l'eau dans laquelle elles étaient plongées le liquide blanchâtre qu'on obtient en écrasant un tubercule de luzerne. Les plantes à l'époque de la récolte avaient leurs racines garnies de chapelets de tubercules. Quelques unes de ces plantes restèrent abandonnées dans leurs flacons, sous un vitrage, et

y passèrent l'hiver entier. L'eau des flacons, contenant encore les racines garnies de tubercules, resta gelée une bonne partie de la saison.

Au mois d'avril suivant, je l'ai étudiée au microscope; elle fourmillait d'organismes vivants; il y avait de petites algues vertes, et de ces bactéries que je retrouve chaque fois que j'examine le liquide provenant de l'écrasement d'un tubercule de pois ou de luzerne. J'ai alors enraciné dans cette eau qui avait porté des légumineuses l'année précédente, et qui l'hiver était restée gelée, un des pois qui germaient sur du papier. J'ai constaté que la période critique qui vient après l'épuisement des cotylédons une fois passée, le plant garnissait ses racines de nodosités et repartait avec vigueur. Mais les algues qui existaient en grand nombre dans le flacon ont fini par prendre le dessus et ont empêché la plante d'arriver à maturité. Cette expérience démontre cependant que les bactéries ou au moins leurs spores peuvent supporter les gelées prolongées sans périr.

§ 3. — Autre culture de pois dans l'eau.

Pour que les végétaux arrivent à se développer, il faut que leurs organes aériens aient à leur disposition un grand espace ; il faut que les tiges puissent s'étendre au loin, afin que chaque feuille reçoive les radiations solaires qui leur permettent de décomposer l'acide carbonique que l'air contient en si minime quantité.

Les racines, au contraire, peuvent se contenter d'un espace beaucoup plus petit, si elles y trouvent tous les éléments qui leur sont indispensables.

Avec une légumineuse que j'ai cultivée sur l'eau, j'ai obtenu la démonstration de cette différence qui existe entre les exigences des tiges et des racines.

Un pois, qui avait germé sur du papier à filtre maintenu humide, et qui avait été inoculé par piqûre avec la bactérie provenant d'un tubercule de luzerne, était enraciné dans de l'eau qui remplissait un tube en verre, fermé à une de ses extrémités. Ce tube avait 0^m40 de longueur et seulement 0^m012 de diamètre. Contre les parois extérieures du tube j'avais fixé, avec deux fils de fer, une baguette de verre, qui devait servir de tuteur à la partie aérienne de

la plante. Le tube lui-même était maintenu dans un grand pot en grès, et placé dans le jardin en plein air.

L'eau qui baignait les racines du plant tenait en dissolution $\frac{1}{1000}$ de chlorure de potassium et du phosphate de chaux.

La récolte fut faite le 20 juin, toute la culture avait duré un peu plus de deux mois; la plante avait atteint une longueur totale de 0^m75, elle portait une gousse; il y avait des nodosités relativement grosses sur les racines.

J'ai pesé la plante fraîche, puis séchée à 110°, et j'y ai dosé l'azote; voici les nombres obtenus :

TABLEAU III.

	POIDS			
	FRAICHE	SÈCHE	AZOTE POUR 100 DE MATIÈRE SÈCHE	AZOTE TOTAL
	Gr.	Gr.		Gr.
Plante entière......	4.20	1.05	2.66	0.028
Graine............		0.25		0.009
GAIN............		0.80		0.019

Nous voyons que la substance sèche de la plante pèse quatre fois plus que celle de la graine ; la plante en se développant avait triplé l'azote de la graine.

Les nodosités étaient principalement groupées autour de la partie supérieure de la racine. La forme étroite du vase avait obligé cette racine de s'allonger beaucoup ; comme je ne remplaçais l'eau évaporée qu'une fois tous les deux ou trois jours, la partie supérieure de la racine était tantôt dans l'eau et tantôt à l'air ; et comme c'est dans cette région que les nodosités avaient atteint leur plus beau développement, j'en ai conclu que cette alternative d'humidité et de sécheresse leur était favorable. Et cette observation vient à l'appui d'un fait déjà constaté par M. Berthelot : la fixation de l'azote dans la terre se fait le mieux, quand on l'arrose, et qu'on la laisse se dessécher souvent[1].

1. *Annales de chimie et de physique*, 6e série, t. XIII, 1888.

Cette plante, dont les racines n'occupaient qu'une minime surface horizontale mais qui avait de l'air et de la lumière à discrétion, a fixé en deux mois 0gr019 d'azote atmosphérique. Si l'on suppose une surface d'un hectare couverte de plantes pareilles, et si l'on cherche à déterminer par le calcul la totalité de l'azote qu'elles contiennent, on arrive à des nombres inyraisemblables, plus forts que ce qui existe en réalité. Mais je me hâte d'ajouter qu'on ne pourrait pas élever des plantes aussi rapprochées les unes des autres.

§ 4. — Cultures des bactéries dans des bouillons.

J'avais déjà constaté l'année passée qu'on peut ensemencer un liquide obtenu en infusant dans l'eau bouillante la racine d'une légumineuse, avec la bactérie qui est logée dans un tubercule de cette racine, et qu'alors le liquide se peuple en très peu de temps d'un nombre infini de bactéries semblables à celles qu'on y avait semées. Si l'on prépare un second bouillon et qu'on l'ensemence avec une goutte provenant du premier bouillon, on retrouve en peu de jours de nouvelles populations de ces organismes dans le deuxième bouillon. Et l'on pourrait continuer ainsi.

J'ai employé dans des cultures de pois exécutées cette année-ci et qui m'ont donné de beaux résultats, comme les lecteurs le verront un peu plus loin, de semblables bouillons peuplés de bactéries, pour arroser la terre après que j'y avais enraciné les plantes en voie de germination. Je vais décrire le procédé très simple auquel j'ai recours, et qui m'a toujours réussi, pour obtenir les bouillons peuplés de bactéries. La légumineuse qui va me fournir ses racines est en végétation dans un pot à fleur assez grand, contenant par exemple 5 kilogrammes de terre. J'ai toujours en réserve un certain nombre de ces plants en pleine végétation. J'effectue le dépotement, et je mets à tremper dans l'eau les racines avec la terre qui les entoure; après quelques minutes, la terre se détache des racines; on peut aider en agitant un peu, ou en se plaçant sous un filet d'eau. L'opération est quelquefois très difficile parce qu'il s'est effectué une alliance intime entre la terre et les racines, celles-ci ont émis un chevelu tellement abondant et serré, qu'on n'a plus en main qu'une espèce de feutre dans lequel la terre est englobée. En tous cas j'arrive toujours à isoler quelques nodosités, et les racines les plus grosses. Je détache celles-ci de la tige aérienne, et

je garde en réserve les nodosités. Les racines, après avoir été bien lavées, sont coupées en menus fragments et introduites dans un ballon contenant de l'eau ; je les chauffe au bain marie jusqu'à l'ébullition. Le liquide prend ordinairement une teinte ambrée ; je le filtre encore chaud, et je le reçois dans des ballons à col un peu étroit et allongé. Quand ces ballons contiennent une couche d'un ou deux centimètres de liquide, j'introduis dans leur col un fort tampon en coton, et je les chauffe dans un autoclave à une température voisine de 120 degrés. Après une à deux heures de chauffe, je laisse refroidir, je retire les ballons de la chaudière. Avec un scalpel que je viens de flamber dans une flamme et qui s'est refroidi, j'enlève une petite calotte à la surface du tubercule que m'a fourni la racine. J'étire au chalumeau un tube de verre, de façon à obtenir un tube allongé et presque capillaire, je le laisse refroidir, et je le pique dans la partie fraîchement dénudée du tubercule. Je retire le tampon de coton qui ferme le ballon et je fais arriver le tube avec la portion de tubercule qui est engagée dans son extrémité, jusqu'au fond du liquide ; je casse le tube en l'appuyant contre le fond, et je replace immédiatement le tampon de coton.

Après un à trois jours, suivant que la température ambiante est plus ou moins élevée, le liquide qui a été ensemencé a un tout autre aspect que celui qui se trouve dans d'autres ballons qui n'ont pas été ensemencés, et que je garde comme témoins. Généralement le liquide ensemencé est devenu blanchâtre et opaque. L'autre garde sa couleur jaune et sa transparence. Le liquide blanchâtre examiné au microscope se montre rempli d'une quantité immense de bactéries. Le liquide ambré n'en laisse voir aucune trace.

J'ai essayé, pour préparer le bouillon de culture, de remplacer les racines des légumineuses par les racines d'autres plantes, des carottes, des topinambours ; j'ai réussi, et je n'ai pas pu reconnaître de différence entre les bactéries nées dans un bouillon de carotte et de topinambour, et les bactéries du bouillon de racines de luzerne.

Il est bien évident qu'une goutte de liquide puisée dans un bouillon ainsi ensemencé pourra servir à ensemencer un nouveau bouillon ; et qu'on pourra en très peu de temps avoir un volume de liquide, contenant les bactéries, aussi considérable qu'on le voudra.

Dans beaucoup de mes cultures de légumineuses, j'ai employé ce liquide: quelques gouttes étaient étendues d'un grand volume d'eau, et servaient à arroser le sable ou le gravier qui portait la plante; presque toutes les plantes arrosées, quand j'examinais plus tard les racines, me les laissaient voir garnies de tubercules. Cependant je n'oserais pas affirmer que ces tubercules étaient nés nécessairement à la suite du contact de l'eau dans laquelle j'avais délayé quelques gouttes de bouillon de culture; en effet, je n'avais pas stérilisé par la chaleur le sable ou le gravier qui portait la plante, ni l'eau qui servait d'arrosage, et je n'avais pas séparé la terre de l'air ambiant par une couche isolante. Les germes des bactéries avaient donc pu arriver sur les racines, apportés par l'eau, on par l'air, ou bien ils pouvaient déjà être répandus dans le sol.

§ 5. — Cultures de pois dans le gravier.

Dans une culture de pois que nous avons décrite un peu plus haut, les racines de la plante étaient serrées dans un tube de $0^{m}012$ de diamètre.

Nous allons montrer un autre pois, dont les racines n'avaient à leur disposition que $1^{kg}500$ de gravier qui était un mélange de $0^{kg}600$ de cailloux et de $0^{kg}900$ de menu sable passant à travers un tamis dont les mailles ont un jour de $0^{m}004$. Le gravier était contenu dans un pot à fleur, placé sur une assiette, en plein air.

Le pois avait germé sur du papier à filtre humide; quand ses racines atteignent 3 à 4 cent. de longueur, il est enraciné dans le sable, et j'arrose avec de l'eau qui a reçu quelques gouttes d'un bouillon de culture fait avec une décoction de racine de luzerne et ensemencé avec la bactérie de la même plante.

La végétation dura du 10 avril au 20 juin; la plante atteignit une longueur de $1^{m}35$, elle portait 4 gousses à peu près mûres; les racines étaient garnies de nodosités.

J'ai pesé la plante fraîche, puis séchée à 110°; j'ai dosé l'azote dans la plante, et puis dans une graine semblable à celle qui lui avait donné naissance.

L'eau qui a servi à l'arrosage de la plante provenait de la Vanne; elle avait été mesurée; l'azote qu'elle a pu apporter ne pesait pas $0^{gr}025$.

TABLEAU IV.

	POIDS			
	FRAICHE	SÈCHE	AZOTE P. 100 DE MATIÈRE SÈCHE	AZOTE TOTAL
	Gr.	Gr.		Gr.
Plante entière......	27.90	7.65	2.00	0.153
Graine............		0.25	3.60	0.009
Gain..........		7.40		0.144

La plante avait augmenté 30 fois la matière sèche de la graine, et 17 fois l'azote qu'elle contenait.

La terre n'occupait qu'une surface horizontale de 3 décimètres carrés; si nous voulons calculer quel aurait été le gain d'azote correspondant sur une surface d'un hectare, nous n'arrivons qu'à 86 kilogr., un enrichissement peu considérable.

C'est sans doute parce que les racines de la plante étaient à l'étroit dans le petit volume de gravier; l'oxydation devait être excessive, ce qui est une condition défavorable à la fixation de l'azote, comme l'a reconnu M. Berthelot. J'ai d'ailleurs dosé l'azote dans le sable au début et à la fin de la culture, j'ai trouvé.

AZOTE DU SABLE.

	p. 100.
Au commencement de la culture..........................	0.034
A la fin —	0.035

Il n'y avait donc pas eu de fixation d'azote dans le sol; une aération active est favorable à la nitrification, mais elle est défavorable à l'emmagasinement de l'azote dans la terre.

L'an dernier, j'avais enraciné un pois, qui avait germé sur de la terre provenant d'une luzernière, dans un pot à fleur contenant 3 kilogrammes de gravier. Après 50 jours, j'avais obtenu une plante dont la tige avait atteint 1^m20; la racine mesurait 0^m25. Elle portait beaucoup de tubercules. L'ensemencement des bactéries dans les racines s'était sans doute opéré à la suite du contact de

celle-ci avec la terre à luzerne. La matière sèche de cette plante pesait 38 fois celle de la graine, et l'azote avait augmenté 25 fois.

J'ai repris cette année-ci la culture des pois, sur une dizaine de pots à fleurs, contenant chacun 5 kilogrammes de ce gravier constitué d'environ $\frac{1}{3}$ de cailloux et $\frac{2}{3}$ de menu sable. Les graines après avoir germé sur du papier à filtre humide, furent enracinées dans le gravier, une graine par pot à fleur, et arrosées avec de l'eau à laquelle j'avais ajouté 2 ou 3 centimètres cubes du bouillon rempli de bactéries, dont j'ai parlé plus haut.

La végétation dura du 10 avril au 21 juin, un peu plus de 70 jours. Les résultats furent remarquables : sur dix plants il n'en restait en retard que deux, et c'étaient les seuls qui ne portaient pas de nodosités sur leurs racines. Je donnerai seulement les nombres relatifs à un des plants à nodosités, les autres étaient à peu près pareils.

Une graine de pois dans 5 *kilogrammes de gravier :* Elle a donné 3 tiges d'une longueur de 1^m40, et portant 14 gousses mûres.

TABLEAU V.

	POIDS			
	FRAICHE	SÈCHE	AZOTE P. 100 DE MATIÈRE SÈCHE	AZOTE TOTAL
	Gr.	Gr		Gr.
Plante entière......	103	32.30	1.12	0.358
Graine............		0.25	3.60	0.009
GAIN..........		32.05		0.349

Cette plante contenait un poids de matière sèche cent vingt-neuf fois plus considérable que celui de la graine, et l'azote avait augmenté quarante fois.

J'ai débarrassé avec grand soin la terre des racines qui y étaient enchevêtrées; le dosage de l'azote y avait été fait au moment de la plantation; je l'ai déterminé de nouveau après la récolte

AZOTE DANS LA TERRE.

	p. 1000.	Total. Gr.
A la fin de l'expérience	0.370	1.852
Au commencement de l'expérience	0.225	1.127
AZOTE FIXÉ	0.145	0.725

La terre a augmenté l'azote qu'elle contenait au début de la culture de 60 p. 100 : il est certain que les radicelles, garnies de nodosités qui y sont nécessairement restées, contribuent en partie à cet enrichissement.

Voyons quel aurait été le gain proportionnel sur un hectare. Le pot à fleur occupait une surface horizontale égale au $\frac{1}{20}$ d'un mètre carré. Multiplions les nombres ci-dessus par 200,000.

AZOTE FIXÉ SUR UN HECTARE.

	Kil.
Par la plante	69.80
— terre	145.80
TOTAL	254.80

La quantité d'azote fixée est considérable, cependant elle a été moindre que celle que M. Berthelot a constatée dans ses terres de Meudon, et que celle que m'ont donnée les cultures de luzerne que je décrirai un peu plus loin.

Résumons les résultats obtenus par ces trois cultures de pois dans des volumes différents de gravier.

un	1er pois	dans	1 kil.	de gravier	a multiplié	6 fois	l'azote	de la graine.
»	2e	—	3	—	—	17	—	—
»	3e	—	5	—	—	40	—	—

Pendant la durée de ces végétations, le gravier portant le premier pois, et qui pesait 1 kilogramme, n'a pas augmenté l'azote qu'il contenait; celui du troisième plant qui pesait 5 kilogrammes a augmenté de 60 p. 100 son azote primitif.

Cette masse de 1 kilogramme de gravier laissait, à cause de son faible volume, trop d'accès à l'air; l'atmosphère était oxydante, ce qui constitue, M. Berthelot l'a déjà établi, une condition défavorable pour la fixation de l'azote dans la terre.

§ 6. — **Cultures de haricots d'Espagne.**

Au mois de mars dernier, j'ai inoculé la bactérie puisée à l'aide d'une pointe de verre dans l'intérieur d'une nodosité provenant de la racine d'une plante de serre, la cytise, à deux haricots d'Espagne qui avaient germé sur un papier à filtre humide. Les deux plants furent enracinés ensemble dans 10 kilogrammes de gravier de rivière, mélange de menu sable et de cailloux, renfermés dans un pot à fleur, qui resta exposé en plein air sur une assiette.

Le sable au moment de la plantation ne contenait pas d'azote en quantité dosable. Il fut arrosé avec de l'eau de la Vanne, à laquelle j'ajoutai de temps en temps un peu de chlorure de potassium et de phosphate de chaux.

La végétation était vigoureuse pendant le premier mois, tant que les plantes trouvèrent de la nourriture dans leurs cotylédons. Le mois suivant, elle était languissante; les plantes jaunissaient, s'allongeaient en ne produisant que de petites feuilles. Je les croyais perdues, quand au mois de juin je les vis reverdir, et pousser vigoureusement; la végétation s'acheva régulièrement. Elle avait duré cent soixante-sept jours.

Au moment de la récolte les plantes avaient atteint une hauteur de 1m40; elles portaient un grand nombre de gousses, quatre étaient complètement mûres. Les racines étaient garnies de nombreux tubercules, dont quelques-uns gros comme des pois.

Les tiges et les racines bien débarrassées du sable adhérent sont pesées et puis séchées à 110°. J'ai déterminé l'azote à l'aide de la chaux sodée dans les plantes et dans le gravier. Le tableau n° VI donne les résultats de ces analyses.

Les plantes avaient multiplié en matière sèche vingt-quatre fois le poids des graines qui leur avaient donné naissance; l'azote des plantes pesait environ dix-sept fois celui des graines.

Le gravier, qui à l'origine ne contenait pas d'azote appréciable, en dosait 0.0581 p. 1,000 au moment de la récolte, le gain était donc de 0gr 581 pour les 10 kilogrammes de terre.

L'eau qui avait servi à l'arrosage des plantes avait été mesurée, l'azote qu'elle a apporté pendant toute la culture n'a pas dépassé

$0^{gr}100$. Si nous retranchons ce poids du gain effectué par la terre, nous voyons que celle-ci s'est enrichie de $0^{gr}481$ d'azote.

TABLEAU VI.

VÉGÉTATION DE DEUX HARICOTS DANS UN SABLE EXEMPT D'AZOTE.

	POIDS		
	De la MATIÈRE SÈCHE	De L'AZOTE P. 100 de matière sèche	De L'AZOTE TOTAL
	Gr.		Gr.
Tiges	42	2.62	1.104
Racines	22.3	2.20	0.490
Plantes entières	64.3		1.595
Graines ayant servi de semence	2.7	4.0	0.108
GAIN EFFECTUÉ	61.6		1.487

Résumons les résultats obtenus dans cette culture :

AZOTE FIXÉ.

	Gr.
Par les plantes	1.487
Par le sol	0.481
TOTAL	1.968

Si nous admettons que nous ayons pu avoir cinq cultures semblables par mètre carré, et que l'éclairement et l'aération des tiges aient pu être les mêmes que dans notre culture, nous aurions eu par hectare :

AZOTE FIXÉ PAR HECTARE.

	Kil.
Par les plantes	74.35
— le sol	24.05
TOTAL	98.40

Nous pensons que nous n'avons obtenu une si faible fixation d'azote que parce que nous nous sommes trouvé sur un sol dépourvu à l'origine de matière organique. Le commencement de la végétation a été très pénible.

§ 7. — Culture de luzerne.

La luzerne m'a donné dans un mélange de sable et de cailloux des récoltes remarquables.

Le 6 septembre de l'année dernière, j'avais rempli un pot à fleur avec 5 kilogr. de gravier, qui, jeté sur un tamis à mailles de 4 millim. d'écartement, laissait passer 3 kil. 500 de sable; il restait 1 kil. 500 de cailloux sur le tamis.

Un fragment de racine de luzerne, garni de tubercules, et pesant 10 gr. avait été enraciné dans ce mélange de sable et de pierres. Un autre fragment de la même racine, pesant également 10 gr. fut séché à 110°; j'ai pesé la matière séchée, et j'y ai dosé l'azote.

Le pot à fleur, placé sur une assiette, fut abandonné en plein air. Dès la fin de mars de l'année suivante, le plant de luzerne avait reverdi, et commençait à se couvrir d'un grand nombre de feuilles.

Le 10 juin le plant fut déraciné, les racines étaient garnies de tubercules. J'ai pesé à part les tiges et les racines fraîches, puis séchées à 110°; j'y ai dosé l'azote.

Le tableau suivant donne les nombres obtenus.

TABLEAU VII. — PLANT DE LUZERNE.

	POIDS			
	FRAICHES	SÈCHES	AZOTE P. 100 DE MATIÈRE SÈCHE	AZOTE TOTAL
	Gr.	Gr.		Gr.
Tiges	120	29	3.14	0.900
Racines	212	59.5	1.43	0.833
Plante entière	332	88.5		1.733
Racine ayant servi à la reproduction	10	2	2	0.040
GAIN EFFECTUÉ	322	86.5		1.693

Nous voyons que la plante entière contient une quantité de matière sèche quarante-quatre fois plus grande que celle du

0gr100.
nous v

... fragment de racine qui a servi de semis; et l'azote de la plante entière pèse quarante-trois fois l'azote de la semence.

Les racines s'étaient beaucoup plus développées que la partie aérienne; mais celle-ci était la plus azotée.

Le sable avait été analysé avec la chaux sodée au moment de la plantation; une autre analyse fut faite après la récolte.

POIDS DE L'AZOTE DANS LA TERRE.

	p. 1000 de matière sèche.	Total.
		Gr.
Sable au moment de la récolte........	0.505	1.767
— — plantation.....	0.470	1.645
GAIN EFFECTUÉ PAR LA TERRE..	0.035	0.122

Ce qui fait environ 7 p. 100 de l'azote primitif.

Ce gain fait par le sable est dû au travail des microorganismes observés par M. Berthelot et par MM. Arm. Gautier et R. Drouin, et en partie aussi aux débris du chevelu des racines de la luzerne qui y restent toujours avec leurs tubercules malgré toutes les précautions qu'on apporte au déracinement.

Le plant de luzerne pendant tout le temps de la végétation, a été arrosé avec l'eau de la Vanne, on a mesuré l'eau, et on a constaté que l'azote apporté par l'eau d'arrosage était inférieur à 0 gr. 100.

Si nous retranchons ce nombre du gain d'azote effectué par la plante, nous pourrons résumer ainsi le gain réalisé dans cette culture.

	Gr.
Azote fixé par la plante................................	1.593
— le sable................................	0.122
AZOTE TOTAL FIXÉ................................	1.715

Le pot occupait une surface horizontale égale au $\frac{1}{16}$ du mètre carré. Calculons quelle aurait été la récolte sur un hectare entier, sans toutefois nous dissimuler que, dans une culture en pleine terre, les conditions se seraient trouvées tout à fait changées, surtout pour les parties aériennes qui n'auraient plus eu à leur disposition la lumière solaire et l'air que nous leur avions offert à discrétion sur notre pot à fleur. Si nous faisons ce calcul, c'est uni-

quement pour montrer que notre récolte est de même grandeur environ que ce qu'on obtient en pleine terre :

AZOTE FIXÉ SUR UN HECTARE DE LUZERNE.

	Kil.	Kil.
Par les tiges superficielles....................		144
— racines (après déduction des racines employées comme semis et de l'azote contenu dans l'eau d'arrosage)............................	110.8	
Par la terre................................	19.5	
TOTAL DE L'AZOTE GAGNÉ PAR LA TERRE....	130.3	130.3
AZOTE TOTAL..........................		274.3

Si nous nous reportons au tableau que nous avons reproduit plus haut et qui donne les quantités d'azote que Boussingault a trouvées dans les récoltes de luzerne faites sur un hectare pendant cinq années consécutives, nous voyons que la nôtre aurait été un peu meilleure que celle de la première année, et beaucoup moins bonne que celles des années suivantes.

§ 8. — Autre culture de luzerne.

Cette luzerne provenait comme la précédente d'un fragment de racine garni de nodosités, que j'avais enterré au mois d'octobre de l'année dernière dans un pot à fleur contenant 4 kilogr. de gravier. La racine enterrée pesait 10 gr. ; j'avais détaché un autre morceau de la même souche, pesant le même poids; j'avais déterminé le poids de la matière sèche et de l'azote qu'il contenait.

Le pot placé sur une assiette resta en plein air, au soleil. A partir du printemps, je l'ai arrosé avec de l'eau de la Vanne, qui avait été mesurée. L'azote apporté par toute l'eau d'arrosage n'a pas dépassé le poids de 0 gr. 100.

La plante s'est développée avec vigueur ; le 26 juin, époque de la première récolte, elle mesurait 1^m60 au-dessus de terre; elle était couverte de fleurs. Le 16 août, deuxième récolte, beaucoup de fruits mûrs. Le 11 octobre, troisième récolte, un grand nombre de tiges nouvelles, avec feuilles très vertes.

Après chaque récolte, j'ai pris le poids de la matière fraîche, de la matière séchée à 110°, et j'ai dosé l'azote.

Le tableau suivant donne les poids obtenus.

TABLEAU VIII.

	POIDS			POIDS	
	De la PLANTE fraîche.	De la SUBSTANCE sèche p. 100 de plante.	De la SUBSTANCE sèche totale.	De L'AZOTE p. 100 de substance sèche.	De L'AZOTE total.
	Gr.		Gr.		Gr.
1re récolte 26 juin......	135	27.6	37.3	3.91	1.460
2e récolte 16 août......	67	25.0	16.7	3.07	0.513
3e récolte 11 octobre...	54	23.7	12.9	3.72	0.479
Total des trois récoltes.	256		66.9		2.452
Racine................	164		30.9	2.74	0.846
Récolte aérienne et racine................	420		97.8		3.298
Racine ayant servi de semis...............	10	20.0	2.0	2.00	0.040
Gain effectué par la plante..............	410		95.8		3.258

La terre a été analysée au commencement et à la fin de l'expérience.

TABLEAU IX. — POIDS DE L'AZOTE CONTENU DANS LES 4 KILOGRAMMES DE TERRE.

	P. 100 de terre.	TOTAL
		Gr.
A la fin de l'expérience..............................	0.1140	4.560
Au commencement de l'expérience....................	0.0525	2.100
AZOTE FIXÉ DANS LA TERRE..........................		2.460

La lecture de ce tableau nous fait voir que la matière sèche produite en une année par ce plant de luzerne surpassait en poids 48 fois la matière sèche contenue dans la semence, et que l'azote des récoltes égalait 80 fois l'azote du semis.

La terre dans le même espace de temps a plus que doublé l'azote qu'elle contenait primitivement; seulement le chevelu des racines était tellement enchevêtré dans cette terre, si intimement mélangé qu'il m'a été impossible de l'en extraire complètement; beaucoup de tubercules sont également restés dans la terre; ils contribuent partiellement à l'enrichissement que constate le dosage.

Nous ne chercherons pas à déterminer par le calcul quel aurait été le rendement en azote sur la surface entière d'un hectare, nous arriverions à des chiffres énormes. Notre plante, dont les racines n'occupaient qu'une surface horizontale égale au $\frac{1}{30}$ du mètre carré, avait pu prendre par ses tiges et ses feuilles un grand développement; si 30 plantes semblables avaient été réunies sur la surface d'un mètre carré, les feuilles n'auraient plus reçu l'air et la lumière qui leur sont indispensables. Contentons-nous d'admettre que nous aurions pu avoir 10 pieds de luzerne, par mètre carré, et nous aurons encore un beau rendement, pour un hectare.

3 RÉCOLTES SUPERFICIELLES DE LUZERNE.

	Kil.
Poids des matières sèches	6690
Poids de l'azote	245.2

A la récolte que nous aurions obtenue à la surface, nous avons à ajouter un gain laissé en terre, à savoir, l'azote contenu dans les racines, et celui qui s'est fixé dans le sol lui-même, pendant la durée de l'expérience; nous aurons à retrancher l'azote que nous avons fourni dans les fragments de racines qui nous ont servi de semis; nous continuerons toujours à supposer que nous n'avons cultivé que 10 pieds de luzerne par mètre carré.

AZOTE ACCUMULÉ EN TERRE.

	Kil.
Dans les racines	84.60
Dans la terre elle-même	246
TOTAL	330.60
A déduire : Azote contenu dans les semis	40
	290.60

Si nous ajoutons l'azote gagné à la surface, et celui qui reste en terre, nous approchons des 600 kilogrammes que M. Berthelot a pu fixer dans une culture qui n'a duré que 20 semaines, tandis que la nôtre a duré une année entière.

RÉSUMÉ.

MM. Hellriegel et Wilfarth ont démontré que les légumineuses, lorsque leurs racines sont garnies de nodosités remplies de bactéries, sont capables de se développer sur un sol ne contenant pas de matière azotée, et qu'elles puisent dans l'air l'azote qui leur est nécessaire pour former leurs tissus. Ils ont reconnu que ces bactéries proviennent des terres qui ont déjà porté des légumineuses.

J'ai observé : 1° qu'on peut faire naître par inoculation les bactéries dans les racines des légumineuses, en puisant ces organismes dans les nodosités d'une plante de la même famille; les cultures sur l'eau que j'ai exécutées montrent que les bactéries peuvent vivre dans cet élément, et que la plante qui les porte assimile l'azote provenant de l'air.

2° Les spores peuvent passer tout l'hiver dans l'eau en subissant la congélation, sans perdre leur faculté de faire naître, l'année suivante, des nodosités sur les racines de légumineuses qu'on a baignées dans cette eau.

3° Avec les bactéries on peut ensemencer un bouillon fait de racines de légumineuses, ou même d'autres racines; elles s'y multiplient rapidement, et ce liquide, lorsqu'on le répand sur de la terre qui porte des légumineuses, semble favoriser la naissance des nodosités, et le développement de la plante.

4° Des pois inoculés avec la bactérie de la luzerne et cultivés sur l'eau ne contenant que du chlorure de potassium et du phosphate de chaux, ont donné des plantes qui contenaient 17 fois l'azote des graines.

5° Un pois cultivé dans un tube d'un petit diamètre avec la même dissolution a produit un développement remarquable de tubercules; par suite de la forme du vase ces tubercules se trouvaient tantôt à l'air, tantôt dans l'eau; les alternatives d'humidité et de sécheresse semblent favoriser l'accroissement de ces productions.

6° Trois cultures de pois dont les racines étaient inoculées ont été

faites dans des masses croissantes de gravier renfermées dans des pots à fleur. La quantité d'azote fixée par la plante croissait avec le poids du gravier.

7° La terre elle-même ne s'est pas enrichie en azote, quand le volume qu'elle occupait était très petit. Il est évident que dans un pot à fleur de petit volume, portant une plante qui s'accroît rapidement, l'aération de la terre doit être excessive, ne serait-ce que par le renouvellement fréquent de l'eau qui circule au travers de cette terre. L'observation confirme le fait établi par M. Berthelot qu'une atmosphère trop oxydante dans la terre, est défavorable à la fixation de l'azote.

8° Deux haricots d'Espagne qui avaient été inoculés avec la bactérie de la cytise ont augmenté 17 fois l'azote des graines; les 10 kilogrammes de gravier qui les portaient et qui, à l'origine, ne contenaient pas d'azote, en contenaient $0^{gr}0581$ pour 1000 à la fin de la culture.

9° Un pied de luzerne, qui provenait d'un éclat de racine muni de tubercules, qu'on avait planté dans cinq kilogrammes de gravier au mois d'octobre, avait produit le 10 juin suivant une plante qui contenait 43 fois l'azote de la racine semée. Le gravier avait augmenté de $\frac{7}{100}$ l'azote qu'il contenait le jour de la plantation.

10° Une deuxième luzerne, provenant également d'un éclat de racine portant des tubercules, plantée en octobre dans 4 kilogrammes de gravier, a donné l'année suivante 3 coupes qui contenaient 80 fois l'azote du semis; dans la terre, qui avait retenu une partie des racines, la quantité d'azote avait plus que doublé.

Toutes ces expériences montrent que les légumineuses, en puisant l'azote dans l'air, contribuent à fixer cet élément dans le sol; qu'elles méritent donc bien la dénomination de plantes améliorantes, que les agronomes leur ont donnée depuis longtemps.

LES CÉRÉALES A L'ÉCOLE DE GRIGNON

PAR MM.

F. BERTHAULT et BOIRET
Professeur d'Agriculture Répétiteur

La culture des céréales en géneral, du froment en particulier, constituera toujours pour notre pays une source considérable de produits; elle est, quoiqu'on ait pu dire, une nécessité, et elle représente, pour beaucoup de localités, le revenu le plus important.

Aussi est-ce à juste titre que l'on recherche, avec une activité et des moyens jusqu'alors inconnus, les méthodes permettant d'accroître le rendement de ces récoltes.

On insiste plus ou moins, suivant le point de vue auquel on se place, sur le choix des semences, sur les engrais, sur les procédés culturaux proprement dits. Il est indiscutable que ce sont là des facteurs qui agissent tous énergiquement et qu'il est indispensable, si l'on veut obtenir économiquement le maximnm de produits, de les faire tous concourir au même but.

Notre savant maître, M. Dehérain, a montré bien des fois à quels résultats on pouvait arriver, quand on combinait judicieusement les moyens d'action que nous venons d'énumérer.

Les carrés de la station de Grignon, les champs de Wardrecques ont prouvé que les froments *sélectionnés*, mis dans une terre ***améliorée de longue date*** et bien préparée, pourvue des engrais chimiques appropriés, étaient susceptibles de donner, par hectare, de 40 à 50 quintaux correspondant à 50 ou 60 hectolitres d'un bon grain, quand les circonstances atmosphériques étaient favorables.

Froment. — Carrés d'essais.

Depuis plusieurs années, nous cultivons, à Grignon, dans des carrés d'essais et dans les champs de la ferme, diverses variétés de froment.

En 1886, nous nous étions adressés au commerce pour obtenir les semences, et, nous n'avions d'autre but que de démontrer aux

élèves, combien il est important de choisir une variété appropriée au milieu cultivé.

Semées sur des parcelles de 3 ares, ces diverses semences nous donnaient les rendements suivants :

TABLEAU I.

DÉSIGNATIONS.	GERBES.	PAILLE.	GRAIN.	GRAIN PAR HECTARE.	
				Poids.	Hectolitres.
	Kilogr.	Kilogr.	Kilogr.	Kilogr.	
Spalding	218	147.50	70.50	2350	29.35
Square Head.....	162.50	96	55	1833	22.90
Golden Drop......	172	90.50	51.50	1717	21.46
Hunter...........	152.50	84	51	1700	21.25
Chiddam.........	166	104	50	1666	20.80
Roseau...........	151.50	97	50	1666	20.80
Blanc de Flandre..	146	90	49	1633	20.41
Schubb...........	134	69	48.50	1616	20.22
Nursery..........	122	75	42	1400	17.50

A l'automne de 1887, après avoir passé avec beaucoup de soin au trieur les grains conservés, sauf le Square Head qui a été renouvelé, nous les plongions dans une solution de sulfate de cuivre à 5 p. 100 et nous semions en lignes espacées de 0m 20 d'écartement.

Les semis ont été exécutés du 28 octobre au 4 novembre, sur 2 ares, à raison de 2 hectolitres à l'hectare. Le premier mai, chaque parcelle recevait 3 kilos de nitrate de soude en couverture.

Le 20 juin, le blé de Bordeaux était attaqué par la rouille. Immédiatement nous répandions au pulvérisateur une forte dose de bouillie bordelaise à 5 kilos de sulfate de cuivre par hectolitre d'eau, sur la parcelle envahie; malgré le soin avec lequel la pulvérisation était faite, la rouille continuait à s'étendre sur le blé de Bordeaux, alors que les autres variétés restaient indemnes.

Le 20 août on procédait à la récolte, les rendements sont consignés dans le tableau II.

Nous reprenions parmi ces variétés celles qui se faisaient remarquer ou par la qualité ou par la quantité du grain.

Le semis eut lieu le 23 octobre 1888, cette fois sur des parcelles de 15 ares, taillées en rectangle dans la pièce des Noyers.

La quantité de semence employée correspondait à 200 litres à l'hectare.

Pendant le mois de décembre les lapins ont rongé complètement

TABLEAU II.

VARIÉTÉS.	GERBES.	PAILLE ET BALLES.	GRAIN.	GRAIN PAR HECTARE.	
				Poids.	Hectolitres.
	Kilogr.	Kilogr.	Kilogr.	Kilogr.	
Square Head	232	150.5	81.50	4075	50.93
Spalding	203	138.5	64.50	3225	40.31
Golden Drop	186	122.0	64	3200	40
Blanc de Flandre...	185	125.5	59.50	2975	37.18
Nursery	194	138.5	55.50	2775	34.68
Roseau	177	123.0	54	2700	33.75
Hunter	175	127.0	48	2400	30
Schubb	157	109.0	48	2400	30

les jeunes froments dont on n'apercevait plus trace. Les dégâts ont été certainement très sensibles, mais ils paraissaient très uniformes de sorte que l'expérience reste comparative.

La pièce fut entourée d'un grillage, et, le 1[er] avril, on répandait 150 kilos de nitrate de soude à l'hectare. Aucune trace de maladie ne s'est montrée durant la végétation. Le 25 juillet la maturité était complète, la récolte était bien droite et bien régulière; on a procédé au fauchage.

Les résultats des battages sont les suivants :

TABLEAU III.

VARIÉTÉS.	GERBES.	PAILLE.	GRAIN.	GRAIN PAR HECTARE.	
				Poids.	Hectolitres.
	Kilogr.	Kilogr.	Kilogr.	Kilogr.	
Golden Drop	1530	1033	497	3310	41.37
Spalding	1535	1048	487	3243	40.53
Roseau	1425	958	467	3082	38.52
Square Head	1467	1020	447	2977	37.21
Nursery	1335	916	419	2790	34.87
Blanc de Flandre	1435	1058	377	2510	31.37
Hunter	1144	769	375	2497	31.21

Les grains étaient fort beaux en général; le spalding et le square head seuls étaient maigres et ternes.

Il y a donc eu, dans les 3 années, des différences énormes entre les produits obtenus avec les divers froments et on voit, par suite, combien l'intervention du cultivateur est efficace au simple point de vue du choix de la variété. A Grignon, le blé de Bordeaux a été beaucoup cultivé. Il se montre très productif certaines années; mais il est d'une sensibilité telle à la rouille, qu'il nous semble devoir être rejeté dans toutes les localités où cette altération est commune.

Il est difficile de se faire une idée de l'intensité des dégâts que la rouille cause dans certains pays.

Tandis qu'elle n'est qu'exceptionnelle dans la plus grande partie de la France, nous la voyons, depuis nombre d'années, attaquer avec une violence inouïe les céréales de cette partie des plaines du Centre qu'on appelle la *Champagne du Berry.*

Nous avons vu des champs entiers complètement perdus : la paille transformée en un cylindre bosselé et noir cassait sous l'action de la faux et les épis minces et irréguliers tombaient sur le sol. De véritables ruines sont la conséquence de cette persistance de la maladie.

Les épines-vinettes ont été arrachées avec grand soin. Le sulfate de fer a été employé. Les différentes solutions de sulfate de cuivre ont été expérimentées. L'analyse des terres ayant décelé un dosage insuffisant de potasse, on a espéré que l'emploi des engrais potassiques, en augmentant la vigueur de la végétation, permettrait au froment de mieux résister à la maladie; rien n'a été réellement efficace, aucun essai n'a été concluant.

Le choix d'une variété relativement résistante ou mûrissant de très bonne heure semble la solution la meilleure.

C'est, qu'en effet, la maladie ne se répand parfois que fort tard et, lorsqu'elle atteint des épis déjà mûrissants, les dégâts sont très atténués.

La *Richelle de Naples* s'est montrée précieuse à ce point de vue et, quoique sensible à la rouille, elle donne, quand la maladie n'est pas apparue de bonne heure, un grain lourd et de belle apparence ; la paille seule est dépréciée.

D'une manière générale, les rendements de nos blés ont aug-

menté constamment, sauf pour le square head et le blanc de Flandre.

Le *square head* est une variété très productive, mais exigeante. Elle doit rencontrer durant la période d'activité végétative, non seulement des éléments nutritifs en abondance, mais encore une terre substantielle et fraîche.

Les régions du Nord et de l'Ouest paraissent seules lui convenir parfaitement.

Elle se recommande surtout pour les situations prévilégiées où la seule préoccupation du cultivateur est d'éviter la verse. Sa paille courte et dure résiste à des fumures énormes. Ce froment a été préconisé en vue des assolements à betteraves dans lesquels la céréale vient en tête de la rotation et reçoit le fumier. MM. Dehérain et Porion ont beaucoup fait pour sa propagation. Leurs expériences ont montré nettement l'énorme puissance productive de ce blé dans la région septentrionale de la France.

Le *blé blanc de Flandre* nous paraît aujourd'hui dépassé par beaucoup de variétés.

Longtemps il a été préféré dans les départements du Nord où son beau grain était apprécié ; mais son rendement ne semble pas susceptible de s'élever au niveau des exigences actuelles. Le *golden drop*, le *spalding* et le *roseau* sont très bien appropriés à la culture des environs de Paris.

Le *golden drop* qui nous donnait $21^{hl}46$ en 1877, atteignait 40^{hl} en 1888 et 41^{hl} 37 en 1889.

Le grain est d'excellente qualité, rouge foncé, arrondi, brillant et bien glissant.

Ce froment talle beaucoup et peut, dans les bonnes terres, se semer à 0^m20 d'écartement et à 150 litres à l'hectare. Ce sont là de réels avantages. Nous pensons en effet que le binage mécanique est le véritable complément du semis en lignes dont les conséquences heureuses ne sont plus discutées. Or, à 0^m15, le passage des houes mécaniques est impossible, et, ce n'est guère qu'à partir de 0^m18 qu'on peut faire facilement fonctionner ces instruments.

Le golden drop est tardif au printemps ; et, alors que le blé de Bordeaux a opéré son tallage, il forme encore de larges rosettes étalées sur le sol.

Il n'est pas inutile de faire remarquer que cette variété est rustique ; nous l'avons semée dans l'Est et nous l'avons toujours vu

résister aux hivers rigoureux qui éclaircissaient singulièrement les variétés anglaises cultivées comparativement.

Le *spalding* se comporte très bien à Grignon; de nos carrés d'essais, il est passé dans la grande culture où nous pensons qu'il peut rendre des services.

Depuis 2 ans son rendement dépasse 40 hectolitres.

Le *roseau* est une variété déjà ancienne qui a fait ses preuves à Brébières chez M. Pilat.

Son grain gros, blanc, son écorce fine; sa paille un peu grossière mais très résistante à la verse, le signalent comme une variété sur laquelle la sélection peut s'exercer utilement pour fournir un type à grand rendement et de qualité exceptionnelle.

Nous croyons qu'au milieu du trop grand nombre de formes déjà créées par la culture il est facile de trouver, pour chaque contrée, celles qui, bien appropriées au climat et au sol, n'ont besoin que des soins culturaux et d'une sélection attentive pour arriver aux grands rendements.

L'introduction de semences de choix est toujours à conseiller; mais cette importation doit être précédée par des améliorations culturales qui, seules, peuvent assurer la réussite de l'opération.

Après avoir longtemps négligé la puissance héréditaire qui s'exerce dans les végétaux comme dans les animaux, on se repose peut-être trop sur son influence pour la production des récoltes abondantes.

Il importe de bien savoir que les semences améliorées ne donnent de bons résultats que dans les terres enrichies.

Grande Culture.

A côté des résultats provenant de carrés d'essais, forcément peu étendus, il est intéressant de placer ceux fournis par la *grande culture*.

En 1888, on a semé les cinq variétés suivantes : *Bordeaux, Browick ; Kiss England; Golden Drop* ; *Epis carrés : Sholey, Porion*.

La surface totale était de 5 hectares; chaque variété occupant 1 hectare.

Le semis a été exécuté le 20 octobre sur un sol bien préparé,

après fourrage. On voulait déterminer l'influence de l'écartement des lignes, et, dans ce but, on a divisé l'espace occupé par chaque variété en trois bandes sur lesquelles on semait successivement à 0m15, 0m18 et 0m22 d'écartement.

Seul, le blé à épis carrés a été semé entièrement à 0m15. L'hectare qui lui était consacré contenait 0hl67 de blé Porion et 0hl33 de Sholey.

Les quantités de semences employées variaient avec la variété et avec l'écartement. On s'est basé, pour fixer les doses, à appliquer, sur la végétation des divers froments et sur des essais précédemment vérifiés. C'est ainsi qu'on a adopté les chiffres suivants :

TABLEAU IV.

VARIÉTÉS.	ÉCARTEMENTS		
	0m15	0m18	0m22
	Litres.	Litres.	Litres.
Bordeaux........................	260	215	175
Browick........................	220	185	150
Kiss England..................	220	185	150
Golden Drop..................	200	165	135

L'épi carré était répandu à raison de 210 litres.

La levée a été très régulière, la végétation vigoureuse à l'automne.

Au printemps, dès le mois de mai, le blé de Bordeaux offrait des tiges dressées ; les autres variétés étalaient sur le sol des rosettes plus ou moins compactes.

On a ajouté, sur l'épi carré qui avait déjà reçu à l'automne 40,000 kilos de fumier à l'hectare, 150 kilos de nitrate de soude ; les autres variétés n'ont rien reçu. Sous l'influence de cette abondante fumure, les blés Sholey et Porion menaçaient de verser dès le 15 mai ; on a alors procédé à l'effanage sur les parties qui offraient le plus d'exubérance.

Cette opération a empêché la verse, mais on remarquait, à la maturité, que les épis de la partie traitée étaient plus petits que ceux du reste de la parcelle.

Le 15 juillet, le blé de Bordeaux était presque mûr ; le kiss england, le golden drop étaient très avancés ; le browick restait vert.

La moisson, commencée le 20 par le bordeaux, se terminait le 26 par le browick.

Les résultats sont consignés dans le tableau ci-contre :

TABLEAU V.

VARIÉTÉS.	ÉCARTEMENTS.	SURFACE.	GERBES.	GRAINS.	PAILLE.	RENDEMENT A L'HECTARE. Grains.		
						kilog.	hectol. de 80 kilog.	PAILLE.
		ares.	kilog.	kilog.	kilog.			kilog.
Bordeaux	0^m15	33	2380	680	1700	2040	25.50	5100
	0^m18	33	2250	600	1650	1800	22.50	4950
	0^m22	33	2225	600	1625	1800	22.50	4875
Browick	0^m15	33	2580	800	1780	2400	30.00	5310
	0^m18	33	2480	796	1680	2370	29.82	5052
	0^m22	33	2415	736	1679	2208	27.60	5037
Kiss England	0^m15	33	2530	736	1814	2208	27.60	5442
	0^m18	33	2510	680	1830	2040	25.50	5490
	0^m22	33	2535	672	1863	2016	25.20	5589
Golden Drop	0^m15	33	2600	775	1825	2325	29.06	5475
	0^m18	33	2700	817	1883	2451	30·62	5649
	0^m22	33	2810	862	1948	2586	32.32	5844
Épi carré Porion	0^m15	63	5810	1707	4103	2698	33.72	6524
Épi carré Sholey	0^m15	37	3605	994	2610	2686	33.35	7054

Le blé de Bordeaux qui, dans nos carrés d'essais, s'est montré inférieur comme rendement et que nous avons éliminé, reste également ici le moins productif. La rouille l'a envahi, alors que les variétés voisines étaient indemnes. Son grain est cependant beau, rempli et brillant; mais il reste acquis que nous sommes en présence d'une variété très sensible aux maladies cryptogamiques et dangereuses à ce point de vue.

Il a produit, sur la surface qu'il occupait, $23^{hl}5$; mais si nous tenons compte séparément des trois bandes semées respectivement à 0^m15, 0^m18 et 0^m22, nous voyons que les rendements, rapportés à l'hectare, deviennent $25^{hl}50$, $22^{hl}50$ et $22^{hl}50$.

C'est le plus petit écartement qui conduit au produit le plus élevé. Nous n'en sommes pas surpris, étant donné le mode de végétation du bordeaux.

Le kiss england a fourni en tout 26 hectolitres. C'est un beau

froment résistant bien à la verse et donnant un grain estimé. Là encore, le plus grand rendement correspond au plus petit écartement. Il est vrai que les différences sont peu considérables et que l'essai aurait besoin d'être répété pour être concluant.

Le browick a atteint 29^{hl}14. C'est déjà un rendement acceptable dans les conditions de culture où ce blé a été obtenu.

Le produit reste encore en raison inverse de l'écartement ; mais, comme pour le froment précédent, les différences sont peu grandes.

Le golden drop vient se placer à la tête des diverses variétés cultivées comparativement; comme dans nos champs d'essais, il se montre un excellent blé, rustique, tardif au printemps mais offrant une végétation vigoureuse durant tout l'été; tallant énergiquement et n'exigeant qu'une quantité de semence très réduite.

Nous sommes descendus à 135 litres avec l'écartement de 0^{m}22 et, c'est justement dans ces conditions que le rendement a atteint son maximum : 32^{hl}32. Il n'était que de 29^{hl}06 à 0^{m}15 et avec 200 litres de semence.

Le blé à épi carré ayant été cultivé dans des conditions spéciales de fumure ne peut être comparé aux variétés précédentes.

Son rendement a dépassé 33 hectolitres. Il eut été supérieur sans la verse pour une part et l'effanage pour l'autre.

Le grain était de qualité ordinaire. Celui de la portion effanée paraissait supérieur.

Le blé à épi carré sélectionné par MM. Porion et Dehérain, conserve le premier rang, mais l'écart avec le Sholey est très faible.

Ces froments ont rencontré un concours de circonstances exceptionnelles : comme culture précédente, un trèfle très développé ; comme fumure, 40,000 kilos de fumier de ferme et 150 kilos de nitrate de soude ; comme influences atmosphériques, un printemps chaud et humide qui a communiqué à toutes les plantes une végétation herbacée exubérante.

Il n'est pas étonnant que cette variété inversable ait cédé à de semblables actions et, si on tient compte de ce fait que la verse n'a pas été générale, on sera amené à reconnaître son énorme résistance.

C'est là une qualité bien précieuse pour nombre de situations : cette année, par exemple, la verse a empêché le rendement de la

France, d'être celui d'une grande année. Jusqu'au mois de juillet, l'aspect des champs permettait d'espérer 120 millions d'hectolitres, alors qu'on est resté à 111 millions.

Il est juste de dire que le Centre a été peu productif, que le Midi a été très mauvais ; mais la verse est certainement la principale cause du déficit, et les blés résistants sont indispensables aux milieux riches du nord de la France.

Au contraire, nous estimons qu'on aurait tort de les substituer aux variétés locales, rustiques, dans les pays où le cultivateur doit compter avec une terre difficile ou avec des circonstances climatériques peu favorables.

En résumé, il résulte de ces essais :

1° Que la sélection pratiquée même par simple élimination, à l'aide du trieur, des semences inférieures, permet d'accroître régulièrement les rendements des froments bien appropriés au milieu dans lequel on opère. Il n'est pas discutable qu'une sélection plus complète qui porterait sur les beaux pieds seuls, et mieux, sur les épis les plus remarquables des pieds vigoureux, serait à préférer ; mais nous ne pensons pas que cette pratique soit de sitôt adoptée par la culture, et c'est à ce point de vue qu'il ne nous paraît pas indifférent de reconnaître la valeur du procédé généralement employé. Il est important d'observer que l'introduction d'une variété améliorée ne donne pas partout et toujours de bons résultats.

2° Que le choix des variétés a une influence très marquée sur les rendements. A Grignon, le golden drop, le spalding, le roseau paraissent bien adaptés au milieu.

Le blé blanc de Flandre au contraire ne semble pas convenir.

3° Que le seul moyen d'éviter la rouille a été jusqu'ici de s'adresser à des froments résistants ; aucun procédé n'ayant réussi à combattre l'invasion de la maladie.

4° Que, pour le plus grand nombre de variétés, les semis en ligne à 0^m15 d'écartement ont été les plus productifs. Le golden drop seul, parmi ceux expérimentés, se prête bien à des intervalles de 0^m18 et 0^m22.

5° Que les blés à épi carré offrent une grande rigidité et sont susceptibles de fournir, dans certains cas, des rendements extraordinaires ($50^{hl}93$ en 1888).

Avoines.

Un grand nombre de variétés d'avoine ont été essayées à Grignon, et dans les carrés d'essais, et dans la grande culture.

En 1888 on en était arrivé à ne conserver que l'avoine de Norvège représentant les avoines blanches; l'avoine de Brie représentant les avoines noires; l'avoine des Salines représentant les avoines jaunes; l'avoine de Houdan représentant les avoines grises.

Ces variétés étaient semées sur 4 hectares dans la pièce de la Faisanderie et, comme pour les blés, on faisait varier l'écartement des lignes à $0^{m}15$, $0^{m}18$ et $0^{m}22$.

La végétation a été remarquable, mais malheureusement les orages du 1er au 10 juillet ont causé une verse tellement intense sur certains points, et tellement irrégulière, que rien de concluant n'a pu être obtenu.

En 1889, les avoines occupaient la 1re division, succédant au blé.

Les essais étaient disposés comme l'année précédente mais ne portaient que sur les variétés de Houdan et des Salines.

Dans l'avoine de Houdan, chaque série à $0^{m}15$, $0^{m}18$ et $0^{m}22$ occupait un hectare; dans l'avoine des Salines, les deux premières séries occupaient 76 ares, celle de $0^{m}22$ couvrait un hectare.

Les résultats sont contenus dans le tableau suivant :

TABLEAU VI.

VARIÉTÉS.	ÉCARTEMENTS.	GERBES à l'hectare.	GRAINS A L'HECTARE. Poids.	GRAINS A L'HECTARE. Hectolitres.	POIDS de l'hectolitre.	PAILLE à l'hectare.	RENDEMENT moyen.
	Centim.	Kilogr.	Kilogr.		Kilogr.	Kilogr.	Hectol.
Avoine de Houdan sur 1 hectare........	15	8661	3201	66		5460	
	18	8187	3104	64	48.5	5083	63.33
	22	7390	2910	60		4480	
Avoine des Salines sur 1 hectare.........	15	7000	2232	47.50		4768	
	18	7184	2312	49.20	47	4872	50.56
	22	7785	2585	55		5200	

L'avoine de Norvège a été abandonnée malgré sa productivité et le poids de son grain qui dépasse toujours 50 kilos à l'hectolitre, à cause de son écorce très épaisse.

L'avoine de Brie s'égrène beaucoup à la maturité et ses rendements n'ont jamais été très grands à Grignon où elle est d'ailleurs très tardive.

Les avoines unilatérales, cultivées de temps à autre, se sont montrées productives, mais elles sont d'un battage difficile et leur grain allongé, barbu, est de qualité très inférieure.

L'avoine géante a toujours eu une végétation très vigoureuse; mais à la maturité les épis se courbaient à tel point que la récolte présentait des difficultés.

Les avoines de Houdan et des Salines sont de belles variétés productives et rustiques.

L'avoine de Houdan, dite avoine grise, donne un grain gris rougeâtre, très estimé aux environs de Paris.

Les rendements obtenus cette année ont varié de 60 à 66 hectolitres. Le plus fort a été produit avec l'écartement le plus faible $0^{m}15$; la décroissance est régulière au fur et à mesure qu'on augmente l'éloignement des lignes.

Le contraire a lieu pour l'avoine des Salines qui est restée fort au-dessous de la précédente. Les rendements ont oscillé pour elle de $47^{hl}50$ à 55 hectolitres.

Il est vrai que les deux variétés ont une végétation très différente.

La première est à paille courte, à épis longs et denses.

La deuxième a une paille grosse et très élevée, les épis sont lâches.

BIBLIOGRAPHIE

Traité de la vigne et de ses produits, par MM. PORTES et RUYSSEN. Tome III. — *Viticulture pratique. Ennemis de la vigne, moyens de les combattre.* — Nous avons eu occasion déjà d'appeler l'attention sur l'important ouvrage dont nous venons d'écrire le titre, lors de la publication des deux premiers volumes.

Les auteurs viennent de terminer leur travail et le troisième volume ne le cède en rien aux précédents par l'abondance des documents qu'il renferme. Le chapitre intitulé viticulture pratique comprend d'abord la plantation et toutes les opérations qu'elle comporte, défoncement du terrain, choix des plants, distances auxquels ils doivent être placés, etc.

Duns la seconde partie de ce même chapitre, les auteurs traitent de la taille, c'est là une question singulièrement discutée et d'une bien grande importance; s'il est évident que les arbres doivent être taillés pour porter fruit, il ne l'est pas moins que les hydrates de carbone, les sucres qui viennent s'emmagasiner dans le fruit se formant dans les feuilles, il importe de réserver une quantité suffisante de celles-ci.

Si la taille est conduite de façon à favoriser outre mesure le nombre des grappes, on arrive à n'avoir plus qu'un vin pauvre en alcool, difficile à vendre et qu'il faut rehausser soit avec du sucre ajouté dans la cuve, soit par des additions ultérieures d'alcool; on cesse alors de faire ce vin naturel qui a acquis au vignoble de France une si haute réputation.

Rien n'est donc plus vrai que le mot cité par les auteurs, la fortune du maître est dans la serpette du vigneron.

MM. Portes et Ruyssen passent ensuite en revue les ennemis de la vigne, les parasites végétaux, puis animaux et successivement nous rencontrons l'oïdium, le mildew, les rots de toutes couleurs, l'autrachnose, le pourridié, etc.; les modes de traitement sont nettement indiqués, le soufre, le sulfate de cuivre, le sulfate de fer ont rendu d'admirables services; il est naturellement plus facile de se débarrasser d'un ennemi visible que du terrible phylloxera qui se dissimule dans le sol. Les auteurs décrivent les longs efforts tentés au moyen des insecticides, puis ils arrivent à la description des vignes américaines et des procédés de greffage.

Des tables très détaillées permettent de trouver aisément les sujets à étudier.

Un ouvrage semblable exigeait impérieusement de nombreuses figures: elles sont au nombre de 411 dans ce troisième volume et ajoutent à la clarté du texte.

La verve des auteurs ne s'est pas ralentie pendant ce long travail, on n'y sent jamais la lassitude ni la hâte d'arriver à la fin et il faut les louer d'avoir élevé un si vaste monument à la viticulture française.

Statistique agricole de la France. — Production des céréales de 1821 à 1888, par ARMINGAUD, aîné. — L'auteur a divisé son ouvrage en deux parties; dans la première il s'occupe exclusivement du froment, dans la seconde, des céréales du second ordre: avoine, orge, seigle, maïs, millet frais, du sarrasin, de la pomme de terre et des légumes secs; à la fin de la brochure se trouvent trois planches coloriées sur lesquelles sont tracés les changements survenus dans la production et le commerce des denrées agricoles depuis 1821 jusqu'à 1888.

La planche n° I, peut-être un peu trop chargée, renferme les fluctuations du poids moyen de l'hectolitre, celle de la production moyenne de la France, les surfaces ensemencées en froment, le dénombrement de la population, la consommation moyenne par années en litres, la valeur brute de la production à l'hectare, les prix moyens de l'hectolitre et enfin le nombre d'hectolitres récoltés année moyenne par hectare.

La production annuelle est diposée d'une façon originale: l'auteur prend la production moyenne de dix ans, et trace une ligne horizontale qui s'étend sur ces dix années; au-dessus et au-dessous chemine une ligne brisée indiquant

la production de chacune de ces années. On voit les lignes horizontales se disposer successivement en étages : de 58 millions d'hectolitres pendant la période décennale de 1821 à 1830, la production s'élève à 68 millions pendant les dix années suivantes; de 1841 à 1850, elle est à 79 millions; à 90 de 1851 à 1860; elle reste à 99 pendant vingt ans et monte à 107 de 1881 à 1888.

Dans les moyennes se fondent des chiffres très différents les uns des autres : tandis que l'année 1874 fournit une grande pointe qui s'élève considérablement au-dessus de la moyenne, l'année 1879 descend au contraire; en effet en 1874 la France a fait cette magnifique récolte de 135 millions d'hectolitres qu'on n'a jamais revue depuis, et en 1879, elle n'en a donné que 79 millions[1]. Les progrès réalisés depuis trente ans sont dus surtout à l'augmentation des rendements, faible mais continue, car depuis 1860 les surfaces ensemencées restent comprises entre 6,800,000 hectares et 7 millions qui ne sont atteints qu'exceptionnellement.

Dans le graphique n° II sont figurés pendant les 70 dernières années la marche des importations et des exportations. C'est en 1879 que l'importation a atteint son maximum; depuis cette époque elle a toujours été en diminuant, mais il suffit de voir la courbe osciller autour de 10 millions de quintaux métriques pour être persuadé que la consommation a marché bien plus vite que la production, et que par suite nos cultivateurs ont encore beaucoup à faire pour alimenter notre population de blé indigène.

M. Armingaud s'occupe rapidement ensuite du commerce du blé dans le monde. Presque tous les pays d'Europe sont importateurs, nulle part la consommation n'est plus forte qu'en France où elle est comprise entre 230 et 300 litres par tête; les pays qui après le nôtre consomment le plus de blé sont l'Espagne et le royaume uni de Grande-Bretagne et d'Irlande ; les Italiens ajoutent à leur ration de froment la *polenta*, faite avec le maïs; les Allemands ne consomment par tête que 80 à 100 litres de froment, ils consomment surtout du seigle et des pommes de terre.

En tête des pays exportateurs se placent les États-Unis, ils jettent année moyenne sur le marché de 30 à 45 millions d'hectolitres de froment; la Russie d'Europe en offre de 30 à 40 millions; les Indes anglaises viennent ensuite avec 10 et 15 millions d'hectolitres; puis l'Autriche-Hongrie, l'Australie, la Turquie, le Chili et la République Argentine ont aussi des excédents à exporter; notre Algérie peut fournir de 1 à 3 millions d'hectolitres.

Dans la deuxième partie de l'intéressant fascicule de M. Armingaud nous trouvons d'abord la production moyenne de l'avoine qui s'accroît rapidement : elle s'élève actuellement à 87 millions d'hectolitres; elle a doublé depuis 70 ans; les rendements sont cependant bien faibles, ils n'atteignent pas 24 hectolitres à l'hectare; or dans la région des environs de Paris, il n'est pas rare de rencontrer des rendements de 60 à 70 hectolitres. Nous sommes loin au reste de produire les quantités qui nous sont nécessaires, les importations croissent sans cesse.

1. Les chiffres de M. Armingaud ne sont pas toujours d'accord avec les statistiques officielles, il donne pour ces deux années 136 millions et 81 millions; pour 1888 sa courbe descend au-dessous de 90 millions, tandis que le ministre du commerce en donnait 96. Les différences sont minimes et nous ne nous y attarderons pas.

Notre production de maïs reste sensiblement stationnaire, le nombre d'hectares ensemencés tend à décroître, et au contraire le rendement à augmenter. Les surfaces emblavées en seigle diminuent constamment, elles sont actuellement de un million d'hectares inférieures à ce qu'elles étaient sous la Restauration, et bien que le rendement ait augmenté, la production totale a diminué : après avoir atteint 31 millions d'hectolitres il y a soixante ans elle n'est plus actuellement que de 23 millions.

La production de l'orge est aussi en décroissance, nous recevons de l'étranger environ un million d'hectolitres.

La pomme de terre est en progrès remarquable; de 30 millions de quintaux métriques sous la Restauration, elle s'est progressivement élevée à 112 millions pendant la période de 1881-88 et la courbe montre un mouvement ascendant si rapide que bientôt sans doute les quantités récoltées seront encore plus considérables; ce progrès est dû non seulement à l'étude croissante des surfaces consacrées à ce tubercule, mais aussi à l'élévation des rendements.

Le travail de M. Armangaud aîné est très instructif, très intéressant, et si nous rappelons que cette même année, Mr Tisserand a publié l'importante statistique agricole de la France, nous voyons que nous sommes bien renseignés; de ce long travail ressort un puissant encouragement : abandonné pendant longtemps, travaillant dans l'obscurité, sans savoir s'il faisait bien, notre cultivateur de France a courageusement lutté et lentement progressé; aujourd'hui, que la lumière commence à se faire, que nous connaissons les conditions nécessaires pour obtenir de bonnes récoltes, il faut nous efforcer de les lui faire connaître, et d'ici dix ans nous devrons voir la France non seulement produire ce qui est nécessaire à sa consommation, mais avoir des excédents à exporter.

P.-P. D.

REVUE DES TRAVAUX PUBLIÉS EN FRANCE ET A L'ÉTRANGER

Physiologie végétale.

Sur les excrétions des racines et leur influence sur les matières organiques, par M. H. MOLISCH[1]. — Nous devons à M. Sachs une élégante expérience qui consiste à faire pousser un haricot, maïs, pois ou potiron dans une terrine dont le fond est garni d'une plaque de marbre poli. Les racines de ces plantes sécrètent un corps acide qui attaquant le marbre, y trace en lignes dépolies le réseau radiculaire étalé sur le marbre. L'auteur démontre aujourd'hui scientifiquement, car le fait est connu depuis longtemps dans la pratique, que les racines, grâce à la matière excrétée, attaquent également les substances organiques.

Si on laisse flotter dans l'eau pendant un jour les racines d'une jeune plante et qu'on ajoute à l'eau un peu de permanganate de potasse, la coloration est aussitôt détruite. L'expérience ne réussit pas ou beaucoup moins bien si on se sert de feuilles au lieu de racines.

1. *Sitzungsber. der Akad. d. Wissensch. zu Wien*, XCVI, 84-109; *Forsch. auf. d. Gebiete der Agrikulturphysik*, XII, 84.

Voici maintenant une autre expérience plus démonstrative : Cinq jeunes haricots ayant poussé pendant 15 jours dans un vase contenant 2 litres d'eau, on verse encore 5 cent. cubes dans une éprouvette et on y ajoute 10 gouttes d'une teinture alcoolique fraîchement préparée de gayac. Au bout de 5 minutes, l'émulsion prend une coloration verdâtre, puis au bout de 10 minutes, vert bleuâtre pour virer ensuite au vert bleu foncé.

D'autres plantes donnent lieu au même phénomène.

La substance ou les substances qui bleuissent la teinture de gayac se comportent sous bien des rapports comme les corps autoxydables de la cellule végétale et sont peut-être identiques avec eux. La matière sécrétée par la racine peut être considérée comme un autoxydant qui, s'oxydant au contact de l'oxygène, exalte son action et provoque ainsi la combustion de corps facilement oxydables.

La sécrétion des racines oxyde également d'autres substances, par exemple les acides gayaconique, pyrogallique, gallique et les substances humiques. Il en résulte que les racines doivent hâter la décomposition des matières organiques du sol, phénomènes que les praticiens ont observé bien souvent. Les jardiniers disent en effet que le fumier, les débris de cornes, etc., se décomposent plus rapidement dans un pot contenant de nombreuses racines que dans un pot sans plante.

Les racines intervertissent en outre le sucre de canne avec assez d'énergie pour qu'on puisse démontrer au bout de quelques heures la présence de sucre réducteur dans un liquide qui ne renferme pas plus de 1 p. 1000 de sucre de canne. Le haricot, le pois, le maïs, le potiron, etc., peuvent être employés indifféremment à cet effet.

La matière sécrétée ne se borne pas à imbiber les parois cellulaires de l'épiderme et des poils radicaux, mais se montre encore quelquefois sous forme de gouttelettes (maïs). La matière visqueuse qui recouvre les jeunes racines est en réalité une gomme ainsi qu'on le croyait ; l'auteur s'en est assuré à l'aide de l'orcine et de l'acide chlorhydrique, et cette gomme pourrait bien servir à assurer le contact intime entre les poils radicaux et les particules du sol.

L'absorption de la lumière par la feuille pendant l'assimilation par M. E. Detlefsen[1]. — La quantité de lumière qui traverse une feuille est-elle la même lorsque la feuille assimile que lorsqu'elle n'assimile pas ?

La feuille est placée dans un récipient en verre clos, contenant de l'air privé d'acide carbonique. Une feuille semblable et disposée de la même manière croît dans de l'air enrichi de 10 p. 100 d'acide carbonique. On place sous les feuilles un petit élément thermo-électrique qui sert à mesurer approximativement l'intensité de la lumière qui traverse les deux feuilles. Eh bien, on trouve que la feuille qui plonge dans l'acide carbonique et qui assimile laisse passer plus de lumière que l'autre qui n'assimile pas. — Nous aurions voulu voir opérer à blanc, c'est-à-dire sans feuille, car nous ne sommes pas sûr que semblable différence ne se soit produite, et cela serait d'autant plus grave que les différences observées par l'auteur sont très faibles.

L'auteur interprète la petitesse de l'écart en disant qu'une faible partie de la

1. *Arbeiten des bot. Instituts zu Würzburg; — Wollny's Forschungen*, XII, 125.

lumière est employée dans l'assimilation. En effet, si on considère les quantités d'amidon qu'un mètre carré de feuille forme au soleil, on trouve par le calcul que 0.8 p. 100 de l'énergie kimétique de la lumière solaire sont tranformés en énergie potentielle.

Voici quelques-uns des chiffres trouvés; ces chiffres expriment les quantités de lumière retenue par le travail de l'assimilation pour 100 de la lumière solaire qui frappe la feuille :

Urtica doiica............................	0.9
Houblon.................................	0.3
Asarum europœum......................	1.1

Sur le traitement des plantes chlorotiques par M. J. SACHS[1]. — M. Sachs considère le fer comme le véritable spécifique contre la chlorose. Il nous donne des indications pratiques sur la manière dont le remède doit être appliqué. Il est assez singulier au premier abord que des arbres ou arbustes puissent être atteints de chlorose, même dans un sol riche en fer, et que de deux arbres de la même espèce, croissant côte à côte, l'un puisse être chlorotique tandis que l'autre reste sain. Ce fait ne peut s'expliquer que par un trouble dans les fonctions qui empêche la plante d'utiliser le fer contenu dans le sol. Il est possible que ce trouble réside uniquement dans les tissus conducteurs du tronc ou des branches. Dans certains cas, la chlorose apparaît à la suite d'un accroissement trop rapide. Des pousses feuillues peuvent s'allonger si rapidement que l'absorption et le transport du fer nécessaire à la formation de la chlorophylle ne suffisent plus. L'auteur a fait d'abord cette observation sur des arbres trop taillés et qui avaient donné naissance à des pousses très vigoureuses. Une forte dose de fer, donnée en juin et en juillet, a ramené la couleur verte des feuilles. La chlorose est beaucoup plus fréquente pendant les étés humides que pendant les étés secs. On remarque souvent que le fer passe dans le tronc sans pénétrer dans les branches inférieures, de sorte que la couronne seule verdit, le bas de l'arbre étant chlorotique.

Il est donc indiqué d'éviter tout ce qui peut amener la formation trop rapide des pousses et des feuilles.

Il n'est pas toujours facile de donner aux plantes une dose suffisante de fer pour guérir la chlorose. Les solutions très diluées sont sans effet; même les solutions de sulfate de fer à 1 p. 100 ne sont guère suivies de succès, parce que le sel de fer retenu et absorbé par les couches superficielles du sol ne pénètre pas assez profondément.

Le meilleur procédé consiste à introduire de fortes proportions de sulfate de fer dans le sol, sous la forme de fragments concassés mélangés avec la terre; on est ainsi dispensé de recourir à des solutions trop fortes. Un arbre de 5 à 6 ans et dont le chevelu occupe un mètre cube de terre peut recevoir ainsi, sans danger d'empoisonnement, 5-9 kilogr. de sulfate; mais comme on ne peut effectuer le mélange qu'à la profondeur de 20 à 40 centimètres, on doit réduire la dose à 2-3 kilogr. et même moins. Le sel doit être déposé là où se trouvent les fines radicelles absorbantes; or celles-ci se trouvant éloignées du tronc de 2 à 4 m. et davantage, il faudrait se livrer à un travail d'ameublissement qui n'est pas

1. *Arbeiten des bot. Instituts zu Würzburg*, III, 433; *Wollny's Forschungen*, XII, 130.

toujours praticable. La meilleure méthode consiste à creuser autour de l'arbre, à la distance de 50 à 100 cent., un fossé circulaire de 20-30 cent. de largeur et de profondeur. On y introduit 2-8 kilogr. de sulfate de fer, selon la grandeur de l'arbre, on mélange le sel avec la terre et on termine par un bon arrosage. Quand il s'agit de plantes en pots ou en caisses, il suffit ordinairement d'arsoser avec une solution étendue de sulfate de fer.

Il arrive quelquefois qu'une plante chlorotique verdit spontanément sans traitement. L'auteur explique ce cas en disant que, les feuilles étant toutes formées, le fer contenu dans la sève ascendante a pu enfin pénétrer jusqu'aux feuilles adultes et chlorotiques.

Sur la germination du tubercule du topinambour, par M. J.-R. Green [1]. — Ayant étudié les tubercules de topinambour pendant leur germination, l'auteur y a découvert un ferment qui transforme l'inuline en sucre. Si on extrait le tubercule pris en ce moment par la glycérine, et qu'on ajoute à cet extrait une solution d'inuline, il apparaît du sucre dans la liqueur. Il ne s'en forme pas lorsqu'on fait d'abord bouillir l'extrait. Dans ces expériences, l'intervention des bactéries a été empêchée par le thymol.

Ce nouveau ferment n'existe dans les tubercules que pendant la germination et même alors seulement en très faible quantité; ceci explique pourquoi l'inuline ne disparaît des tubercules qu'après des mois de végétation.

Cependant l'auteur a réussi à provoquer artificiellement et en peu de temps le développement du ferment dans les tubercules pris à l'état de repos. Il s'est rappelé, en effet, que le pancréas frais ne cède aucun ferment à la glycérine, tandis qu'il en donne lorsqu'on l'a d'abord chauffé avec un acide étendu. Il suffit de chauffer les tubercules du topinambour pendant 24 heures à 35 degrés pour que le ferment apparaisse.

Ce nouveau ferment agit sur l'inuline en solution neutre ou mieux très faiblement acidulée. Les alcalis et les acides énergiques le détruisent rapidement; il n'est pas identique avec la dentrose; d'un autre côté, la salive est sans action sur l'inuline.

Le sucre que l'inuline fournit ne cristallise pas; il réduit moins bien que la lévulose et la dextrose; il se produit en même temps une matière intermédiaire plus soluble dans l'eau froide que l'inuline, qui se dialyse plus facilement et cristallise en lames pentagonales, rhomboïdales ou allongées, ou en aiguilles disposées en rosettes. Tandis que l'inuline est insoluble dans l'alcool à 65 pour 100, ce produit intermédiaire ne l'est que dans l'alcool à 82 pour 100.

Par la même occasion, l'auteur a découvert une réaction colorée de l'inuline. Si on place la préparation microscopique dans une solution alcoolique d'orcine, et qu'on la chauffe ensuite avec de l'acide chlorhydrique concentré, l'inuline se colore vivement en rouge orangé. Les sphéro-cristaux de l'inuline disparaissent par ce procédé, mais la place qu'ils occupaient prend la coloration orangée. L'inuline du commerce donne la même réaction, même en solution. En remplaçant l'orcine par la phloroglucine on obtient une coloration plutôt brunâtre.

1. *Annals of Botany*, I, 223. — *Bot. Zeit.*, 1889, 620.

Le Gérant : G. Masson.

TABLE

DES MATIÈRES DU TOME XV

TABLE

PAR ORDRE DE MATIÈRES

TABLE

PAR NOMS D'AUTEURS

3860. — MOTTEROZ. — Imprimeries réunies, B, rue Mignon, 2.



